



TUGAS AKHIR - TM 141585

EVALUASI PELUANG PENGHEMATAN ENERGI PADA LANTAI II DAN IV GEDUNG MALL "XYZ" DI KEDIRI

SHOLEH YUATMOKO
NRP 2111 100 129

Dosen Pembimbing
Ary Bachtiar K.P., ST., MT., Ph.D

JURUSAN TEKNIK MESIN
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016



FINAL PROJECT - TM 141585

EVALUATION OF ENERGY SAVING OPPORTUNITIES ON THE SECOND AND FOURTH FLOOR OF THE “XYZ” MALL IN KEDIRI

SHOLEH YUATMOKO
NRP 2111 100 129

Academic Supervisor
Ary Bachtiar K.P., ST., MT., Ph.D

MECHANICAL ENGINEERING DEPARTEMENT
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2016

EVALUASI PELUANG PENGHEMATAN ENERGI PADA LANTAI II DAN IV GEDUNG MALL

“XYZ” DI KEDIRI

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Konversi Energi
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

SHOLEH YUATMOKO
NRP. 2111 100 129

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ary Bachtiar K.P., ST., MT., Ph.D...... (Pembimbing)
(NIP. 197105241997021001)
2. Prof.Dr.Ir.Djarmiko Ichsani., M.Eng..... (Penguji 1)
(NIP.195310191979031002)
3. Ir.Kadarisman..... (Penguji II)
(NIP.194901091974121001)
4. Bambang Arip D., ST., M.Sc., Ph.D...... (Penguji III)
(NIP.197804012002121001)

SURABAYA
Januari 2016



EVALUASI PELUANG PENGHEMATAN ENERGI PADA LANTAI II DAN IV GEDUNG MALL “XYZ” DI KEDIRI

Nama : Sholeh Yuatmoko
NRP : 2111100129
Jurusan : Teknik Mesin FTI ITS
Dosen Pembimbing : Ary Bachtiar K. P., ST, MT, Ph. D

Abstrak

Di era kemajuan teknologi dan informasi sekarang ini, pertumbuhan industri dan bisnis menjadi semakin cepat dari waktu ke waktu. Menurut data BPPT konsumsi energi final di Indonesia pada periode 2000-2012 meningkat rata-rata sebesar 2,9% per tahun. Salah satu penyumbang penggunaan energi tersebut berasal dari penggunaan energi pada gedung. Apabila penggunaan energi tidak dikendalikan maka akan terjadi krisis energi. Oleh karena itu Penelitian Tugas Akhir ini akan mengangkat kasus penghematan energi di Gedung Mall XYZ yang berada di kota Kediri dalam rangka untuk melaksanakan penghematan energi.

Pada penelitian ini dilakukan dengan analisa sistem penerangan dan pendinginan pada Lantai II Dan IV Mall XYZ Kediri. Analisa sistem penerangan pada setiap ruangan dibandingkan dengan penerangan standard SNI 03-6197-2000. Metode selanjutnya adalah analisa perhitungan beban pendinginan untuk mengetahui besar cooling load pada suatu ruangan. Acuan yang digunakan untuk analisa beban pendinginan yaitu ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil perbandingan intensitas pencahayaan, perbandingan daya pencahayaan, dan penghematan beban pendinginan Tenant yang sistem penerangannya sudah nyaman intensitas dan hemat daya



menurut standar SNI 03–6197–2000 sebelum rekomendasi yaitu tenant Buti, Naughty dan Salwa. Setelah diberikan rekomendasi pengantian lampu seluruh tenant sistem penerangannya sudah nyaman intensitas dan hemat daya menurut standar SNI 03–6197–2000. Penghematan sistem penerangan setelah dilakukan penggantian lampu yaitu mampu menghemat Rp 576.036.512,00 setiap tahun.

Kata kunci : *penghematan energi, audit energi, sistem penerangan, beban pendinginan, efisiensi energi*



EVALUATION OF ENERGY SAVING OPPORTUNITIES ON THE SECOND AND FOURTH FLOOR OF THE “XYZ” MALL IN KEDIRI

Name : Sholeh Yuatmoko
Student ID : 2111 100 129
Major : Mechanical Engineering FTI-ITS
Academic Supervisor : Ary Bachtiar K.P., ST., MT., Ph.D

Abstract

In the era of technological and information advances, the growth of industry and business is getting faster over time. According to BPPT data, Indonesian final energy consumption in 2000 – 2012 period is increased 2.9% every year. One of the contributors to that energy consumption comes from energy usage in buildings. If energy consumption is not controlled, there will be an energy crisis. Therefore this final project research will raise the case of energy saving in Kediri's XYZ Mall in order to implement energy savings.

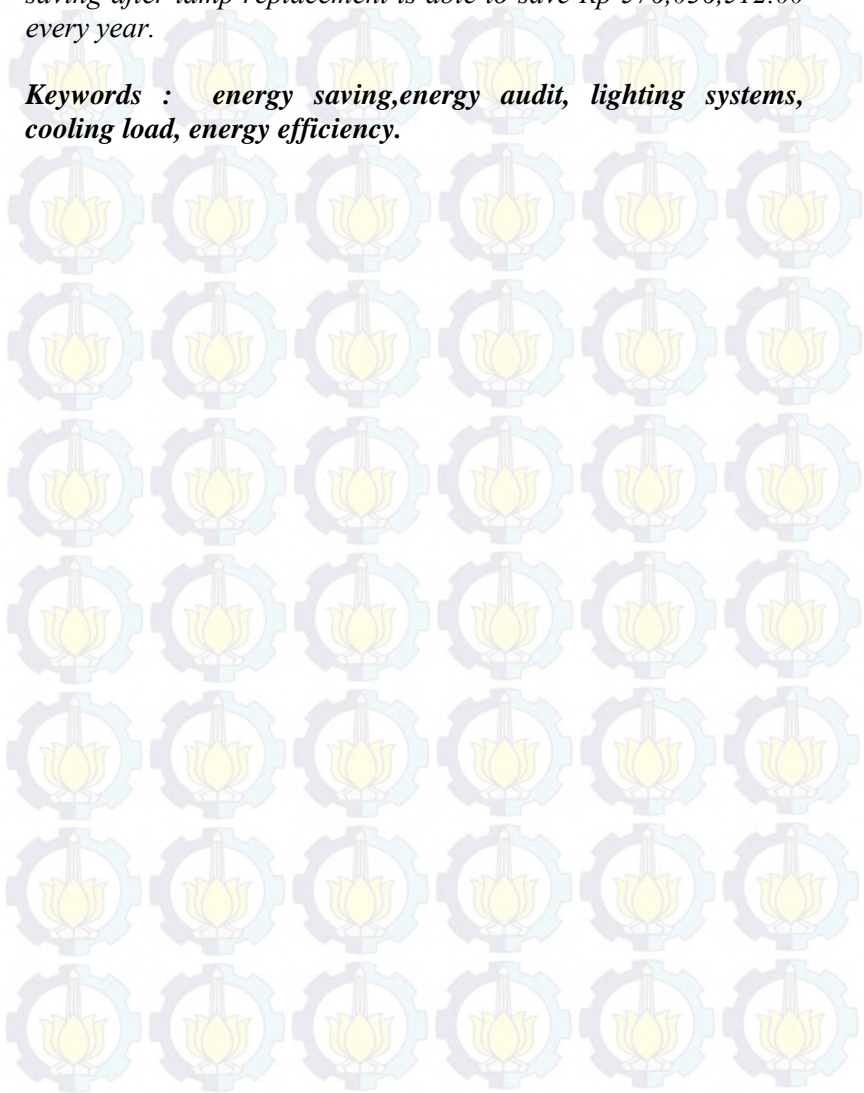
This research conducted by analysis of lightning and cooling systems at floor II and IV of Kediri's XYZ Mall. Analysis of every room's lighting compared to SNI 03-6197-2000 standard of lighting. The next method is analysis of cooling load calculation in some room. Reference used for cooling load analysis is ASRAE (American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers)

Based on the research that has been done, there can be found the result about comparison of the intensity of lighting, the ratio of lighting power and tenant cooling savings which already uses a comfortable intensity and power savings by the standard of SNI 03-6197-2000 before recommendation are Buti Naughty and Salwa. After given recommendation about power saving lamp replacement by the all tenant are comfortable intensity and power



savings as the standard of SNI 03-6197-2000. Lighting system saving after lamp replacement is able to save Rp 576,036,512.00 every year.

Keywords : *energy saving, energy audit, lighting systems, cooling load, energy efficiency.*



KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah swt yang telah memberikan rahmat, hidayah, rizki, inayah serta kasih sayang-Nya sehingga penyusunan tugas akhir ini dapat terselesaikan. Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penyelesaian tugas akhir ini, antara lain :

1. Ibu Muji Rahayu dan Bapak Joko Setiyono atas kasih sayang, dukungan dan kesabarannya selama ini, sehingga penulis dapat menuntaskan belajar di jenjang sarjana.
2. Bulik Dwi dan paklik Masino yang telah merawat penulis dari SMP hingga kuliah.
3. Bapak Ary Bachtiar KP,ST,MT,Ph.D selaku dosen pembimbing penulis yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga , pikiran , serta , nasihat dalam penyusunan tugas akhir.
4. Bapak Bambang Arip D., ST.,M.Sc., Ph.D, Prof.Dr.Ir.Djatismiko Ichساني.,M.Eng dan Bapak Ir.Kadarisman selaku dosen penguji Proposal Tugas Akhir serta Sidang Tugas Akhir saya. Terimakasih atas ilmu dan saran untuk penyempurnaan tugas akhir ini.
5. Manajemen dan karyawan Kediri Mall atas bantuan dan keramahannya selama ini.
6. M.Bintang Fikri sebagai teman seperjuangan tugas akhir penulis, terima kasih atas semua bantuannya.
7. Didik Prasetyo yang selalu menjadi adik sekaligus teman yang baik.
8. Indra Sidharta, ST., MSc selaku dosen wali yang telah memberikan saran dan bimbingan dalam melalui tiap tahap perkuliahan.

9. Seluruh dosen S1 Teknik Mesin ITS yang tak dapat penulis sebutkan satu persatu.
10. Zaki,Diva,Rici,Chandra,Surip,Khisni,Karisma Rizal,Agus Riyadi dan Agus Joni atas bantuan dan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Cak To , Ibu Sri , mbak Sri, Mbah No, cak Bud, mas Erdin,Pak Minto dan Pak Bejo terima kasih telah memberikan banyak bantuan selama penulis berkuliah.
12. Teman-teman Ash-Shaff atas pembelajaran dan kebersamaan selama ini.
13. Seluruh M54 yang telah menjadi teman yang baik selama ini.
14. Anggota Laboratorium Pendingin dan Pengkondisian Udara : mbak Dwina,mas Ferry,mas Hasan,Mirza dan mbak Septi terima kasih atas keramahan dan bantuannya selama ini.
15. Terimakasih Seluruh pihak yang belum disebutkan di atas yang telah memberikan doa, bantuan, dan dukungannya bagi penulis hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini, oleh karena itu saran dan masukan dari semua pihak sangat penulis harapkan. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat

Surabaya, Januari 2016

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	
ABSTRACT	
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Dasar Teori.....	5
2.1.1 Manajemen Energi	5
2.1.2 Audit Energi	5
2.1.3 Konservasi Energi	6
2.1.4 Teori Pengondisian Udara.....	6
2.1.5 Beban Pendinginan (<i>Cooling Load</i>)	8
2.1.6 Perhitungan Beban Pendinginan Eksternal	9
2.1.6.1 Beban Transmisi Melalui Dinding Luar, Atap dan Kaca	9
2.1.6.2 Beban Radiasi Matahari Melalui Kaca	10
2.1.6.3 Beban Pendinginan Melalui Ventilasi dan Infiltrasi	11
2.1.7 Perhitungan Beban Pendinginan Internal.....	12
2.1.7.1 Beban Pendinginan Melalui Partisi (<i>Partition</i>) ...	12
2.1.7.2 Beban Penghuni.....	12
2.1.7.3 Beban Penerangan	12
2.1.7.4 Beban Peralatan	13
2.1.8 Beban Total Pendinginan	13
2.1.9 Faktor Keamanan	14
2.1.10 Standar Sistem Penerangan	14
2.1.11 Perhitungan Penerangan Ruangan.....	16
2.1.11.1 Tingkat Pencahayaan Rata-Rata ($E_{rata-rata}$)	16



2.1.11.2 Koefisien Penggunaan (kp)	17
2.1.11.3 Koefisien Depresiasi/ Penyusutan (kd)	18
2.2 Tinjauan Pustaka	19
BAB III METODOLOGI PERCOBAAN	
3.1. Diagram Alir Penelitian	21
3.2 Diagram Alir Pengambilan Data	22
3.3 Langkah-Langkah Penelitian	23
3.3.1 Persiapan awal	23
3.3.2 Peralatan	23
3.3.3. Kondisi Bangunan	25
3.3.3.1 Jenis dan Keterangan Bangunan	25
3.3.3.2 Letak dan Posisi Bangunan	25
3.3.3.3 Kondisi Ruang	25
3.3.3.4 Temperatur Luar Gedung	26
3.4 Data Hasil Survey	27
3.4.1 Data Umum	27
3.4.2 Denah	28
3.4.2.1 Denah Lantai II	28
3.4.2.2 Denah Lantai IV	38
3.4.3 Data Konstruksi	40
3.4.3.1 Atap	40
3.4.3.2 Dinding	40
3.4.3.3 Pintu	45
3.4.4 Beban Ruangan	45
3.4.4.1 Beban Penghuni	45
3.4.4.2 Beban Lampu	45
3.4.4.3 Beban Peralatan Elektronik	50
3.5 Metode Penelitian	51
3.5.1 Sistem penerangan	51
3.5.2 Sistem pendinginan	51
3.6 Diagram Alir Perhitungan	54
3.6.1 Diagram alir perhitungan sistem penerangan	54
3.6.2 Diagram alir perhitungan sistem pendinginan	55
BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA	
4.1 Analisa Sitem Penerangan	57
4.1.1 Intensitas dan Daya Pencahayaan Standar	57
4.1.2 Perbandingan Nilai Intensitas Pencahayaan	57
4.1.3 Perbandingan Daya Pencahayaan Maksimum	59



4.1.4 Analisa Sistem Penerangan pada Tenant-Tenant	
Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri	60
4.1.4.1 Hasil Intensitas Pencahayaan.....	60
4.1.4.2 Daya Pencahayaan Maksimum.....	62
4.1.4.3 Kenyamanan dan Kehematan Daya Tiap	
Tenant Mall XYZ Kediri.....	64
4.1.5 Rekomendasi Sistem Penerangan.....	65
4.1.5.1 Daya Total Lampu Pada Tenant-Tenant di	
Lantai Ground Mall XYZ Kediri Aktual.....	65
4.1.5.2 Daya Total Lampu Pada Tenant-Tenant di	
Lantai Ground Mall XYZ Kediri	
Rekomendasi.....	69
4.1.5.3 Intensitas Pencahayaan setelah Dilakukan	
Penggantian Tipe Lampu	72
4.1.5.4 Daya Pencahayaan Maksimum setelah	
Dilakukan Penggantian Tipe Lampu.....	73
4.1.5.5 Peluang Penghematan Energi Dari	
Pergantian Lampu Tenant-Tenant Lantai II	
Dan IV Mall XYZ Kediri.....	75
4.2 Perhitungan Beban Pendinginan	79
4.2.1 Beban Pendinginan	79
4.2.2 Perhitungan Beban Luar Pendinginan.....	80
4.2.2.1 Beban Transmisi Pada Kaca.....	80
4.2.2.2 Beban Transmisi Pada Dinding	81
4.2.2.3 Beban Radiasi Melalui Kaca	83
4.2.3 Perhitungan Beban Pendinginan Internal.....	84
4.2.3.1 Beban Pengunjung.....	84
4.2.3.2 Beban Penerangan	85
4.2.3.3 Beban Partisi Dinding	85
4.2.3.4 Beban Peralatan	86
4.2.3.5 Total Beban Pendinginan	86
4.2.4 Analisa Beban Pendinginan pada Tenant-Tenant	
Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri	87
4.2.4.1 Beban Pendinginan Tenant-Tenant Lantai	
II dan IV	
Mall	
XYZ Kediri Sebelum Rekomendasi	87
4.2.4.2 Beban Pendinginan Tenant-Tenant Lantai II	
dan IV	
Mall XYZ	
Kediri Setelah Rekomendasi.....	108



4.2.5 Penghematan Pendinginan Bila Temperatur Aktual Gedung Disesuaikan Dengan Temperatur Menurut Standar SNI	129
4.2.5.1 Beban Pendinginan Dengan Temperatur Ruang Sesuai Kondisi Aktual	130
4.2.5.2 Perhitungan Beban Luar Pendinginan.....	131
4.2.5.2.1 Beban Transmisi Pada Kaca	131
4.2.5.2.2 Beban Transmisi Pada Dinding	133
4.2.5.2.3 Beban Radiasi Melalui Kaca	134
4.2.5.3 Perhitungan Beban Pendinginan Internal.....	136
4.2.5.3.1 Beban Pengunjung.....	136
4.2.5.3.2 Beban Penerangan	136
4.2.5.3.3 Beban Partisi Dinding.....	137
4.2.5.3.4 Beban Peralatan	137
4.2.5.3.5 Total Beban Pendinginan.....	138
4.2.5.4 Analisa Beban Pendinginan pada Tenant-Tenant Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri Pada Suhu Aktual.....	138
4.2.5.4.1 Beban Pendinginan Tenant-Tenant Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri Pada Suhu Aktual Ruang.....	138
4.2.5.4.2 Penghematan Beban Pendinginan Apabila temperatur Ruang Diset Dari temperatur 22°C Menjadi 24°C.....	159
PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	161
5.2 Saran	161
DAFTAR PUSTAKA	162
Lampiran	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Data penggunaan energi final di Indonesia tahun 2000-2012.....	1
Gambar 2.1	<i>ASHRAE comfort zone</i>	7
Gambar 2.2	Contoh beban pendinginan ruangan	9
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	21
Gambar 3.2	Diagram Alir Pengambilan Data.....	22
Gambar 3.3	<i>Environmental meter</i>	23
Gambar 3.4	<i>Laser distance meter</i>	24
Gambar 3.5	<i>Infrared thermometer</i>	24
Gambar 3.6	Denah lantai II mall XYZ Kediri.....	28
Gambar 3.7	Gambar proyeksi lantai II mall XYZ Kediri....	29
Gambar 3.8	Denah tenant Buti	30
Gambar 3.9	Denah tenant Mutiara.....	30
Gambar 3.10	Denah tenant Naughty.....	31
Gambar 3.11	Denah tenant Bloom.....	31
Gambar 3.12	Denah tenant Bella.....	31
Gambar 3.13	Denah tenant 35 nett.....	32
Gambar 3.14	Denah tenant Jedd.....	32
Gambar 3.15	Denah tenant Samsat.....	32
Gambar 3.16	Denah tenant Izone.....	33
Gambar 3.17	Denah tenant Paris.....	33
Gambar 3.18	Denah tenant Love.....	33
Gambar 3.19	Denah tenant Liana.....	34
Gambar 3.20	Denah tenant Reviola.....	34
Gambar 3.21	Denah tenant Malibo.....	34
Gambar 3.22	Denah tenant Horli.....	35
Gambar 3.23	Denah tenant Azola.....	35
Gambar 3.24	Denah tenant Lina.....	35
Gambar 3.25	Denah tenant Salwa.....	36
Gambar 3.26	Denah tenant Elvis.....	36
Gambar 3.27	Denah tenant Eravone.....	36
Gambar 3.28	Denah tenant Faza.....	37



Gambar 3.29	Denah tenant Zona 35.....	37
Gambar 3.30	Denah lantai IV mall XYZ Kediri.....	38
Gambar 3.31	Proyeksi denah lantai IV mall XYZ Kediri	39
Gambar 3.32	Konstruksi dinding D1 dan D2.....	40
Gambar 3.33	Diagram alir perhitungan sistem penerangan..	54
Gambar 3.34	Diagram alir perhitungan sistem pendinginan.	55
Gambar 4.1	Grafik Perbandingan Intensitas Pencahayaannya Tenant Buti.....	58
Gambar 4.2	Grafik Perbandingan Daya Pencahayaannya Maksimum Tenant Buti.....	59
Gambar 4.3	Grafik Perbandingan Intensitas Pencahayaannya tenant-tenant di Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri.....	61
Gambar 4.4	Grafik Perbandingan Daya Pencahayaannya Maksimum Tenant-Tenant di Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri.....	63
Gambar 4.5	Grafik Perbandingan Intensitas Pencahayaannya Maksimum Setelah Rekomendasi Tenant-Tenant di Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri.....	73
Gambar 4.6	Grafik Perbandingan Daya Pencahayaannya Maksimum Setelah Rekomendasi Tenant-Tenant di Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri.....	75
Gambar 4.7	Grafik Beban Pendinginan Pada Lantai II (Weekday).....	105
Gambar 4.8	Grafik Beban Pendinginan Pada Lantai II (Week end).....	106
Gambar 4.9	Grafik Beban Pendinginan Pada Lantai IV (Weekday).....	107
Gambar 4.10	Grafik Beban Pendinginan Pada Lantai IV (Week end).....	108
Gambar 4.11	Perbedaan kaca <i>single glass</i> dan <i>double glass</i>	109



Gambar 4.12 Perbandingan Beban Pendinginan AC Pada Lantai II Saat Week day Pukul 11.00 Sebelum Dan Setelah Rekomendasi.....	122
Gambar 4.13 Perbandingan Beban Pendinginan AC Pada Lantai II Saat Week day Pukul 15.00 Sebelum Dan Setelah Rekomendasi.....	123
Gambar 4.14 Perbandingan Beban Pendinginan AC Pada Lantai II Saat Week day Pukul 19.00 Sebelum Dan Setelah Rekomendasi.....	124
Gambar 4.15 Perbandingan Beban Pendinginan AC Pada Lantai II Saat Week end Pukul 11.00 Sebelum Dan Setelah Rekomendasi.....	125
Gambar 4.16 Perbandingan Beban Pendinginan AC Pada Lantai II Saat Week end Pukul 11.00 Sebelum Dan Setelah Rekomendasi.....	126
Gambar 4.17 Perbandingan Beban Pendinginan AC Pada Lantai II Saat Week end Pukul 19.00 Sebelum Dan Setelah Rekomendasi.....	127
Gambar 4.18 Perbandingan Beban Pendinginan AC Pada Lantai IV Saat Week day Sebelum Dan Setelah Rekomendasi.....	128
Gambar 4.19 Perbandingan Beban Pendinginan AC Pada Lantai IV Saat Week end Sebelum Dan Setelah Rekomendasi.....	129

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tingkat pencahayaan rata-rata, renderasi dan temperatur warna sesuai SNI 03-6197-2000 tentang konservasi energi pada sistem pencahayaan.....	15
Tabel 2.2 Daya listrik maksimum untuk pencahayaan.....	16
Tabel 2.3 Nilai Koefisien Penggunaan (kp).....	18
Tabel 2.4 Nilai Koefisien Depresiasi berdasarkan kondisi ruang.....	18
Tabel 3.1 Luas lantai tiap tenant pada lantai II mall XYZ kota Kediri.....	25
Tabel 3.2 Luas tenant pada lantai IV mall XYZ kota Kediri.....	26
Tabel 3.3 Kondisi Udara Luar.....	26
Tabel 3.4 Konstruksi Bahan Dinding 1 (D1)	40
Tabel 3.5 Konstruksi Bahan Dinding 2 (D2).....	41
Tabel 3.6 Luas Dinding tiap Tenant pada Lantai II Mall XYZ	41
Tabel 3.7 Luas dinding tiap tenant pada lantai IV mall XYZ	44
Tabel 3.8 Luas pintu masuk pada lantai II mall XYZ Kediri.....	45
Tabel 3.9 Jumlah Pengunjung rata-rata untuk week day dan week end tiap Tenant di Mall XYZ Kediri	46
Tabel 3.10 Jumlah Lampu di Lantai II Mall XYZ di Kediri.....	47
Tabel 3.11 Jumlah Lampu Koridor Lantai II	49
Tabel 3.12 Jumlah Lampu di Lantai IV Mall XYZ di Kediri.....	50
Tabel 3.13 Jumlah Peralatan Elektronik yang Digunakan tiap tenant lantai II.....	50

Tabel 3.14 Jumlah peralatan elektronik yang digunakan pada tenant lantai IV.....	51
Tabel 4.1 Tingkat Pencahayaan rata-rata Standar sesuai SNI 03-6197-2000.....	57
Tabel 4.2 Daya Pencahayaan Maksimum Menurut SNI.....	57
Tabel 4.3 Perbandingan Intensitas Pencahayaan Tenant Buti.....	58
Tabel 4.4 Perbandingan Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya dengan Standar SNI.....	60
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Daya Pencahayaan Maksimum Tiap Tenant di Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri.....	62
Tabel 4.6 Hasil Analisa Sistem Penerangan pada tenant-tenant di Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri.....	64
Tabel 4.7 Tabel Jumlah Lampu di Lantai II dan IV Mall XYZ di Kediri	66
Tabel 4. 8 Data Pergantian tipe lampu	69
Tabel 4.9 Daya Total dan Jenis Lampu yang Direkomendasikan untuk Tenant di Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri	70
Tabel 4.10 Intensitas Pencahayaan Tenant-Tenant di II dan IV setelah Rekomendasi.....	72
Tabel 4.11 Daya Pencahayaan Tenant-Tenant di Lantai II dan IV setelah Rekomendasi.....	74
Tabel 4.12 Penghematan Setelah Rekomendasi Pergantian Lampu.....	76
Tabel 4.13 Besar Besar Biaya Investasi dan Penghematan dengan lampu Led.....	78
Tabel 4.14 Kondisi Lingkungan	79
Tabel 4.15 Hasil Penyesuaian Arah Mata Angin	80
Tabel 4.16 CLTD (°F) untuk Kaca.....	81
Tabel 4.17 CLTD (°F) dinding grup B (ASHRAE).....	82

Tabel 4.18 <i>Latitude-Month Correction</i> untuk dinding dan atap.....	82
Tabel 4.19 Tabel Heat Gain Peralatan Tenant Buti.....	86
Tabel 4.20 Tabel Total Beban Pendinginan Tenant Buti.....	86
Tabel 4.21 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week day pukul 11:00 AC MZ-4 Pada Lantai II.....	87
Tabel 4.22 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week day pukul 11:00 AC MZ-5 Pada Lantai II.....	88
Tabel 4.23 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week day pukul 11:00 AC MZ-6 Pada Lantai II.....	88
Tabel 4.24 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week day pukul 11:00 AC MZ-7 Pada Lantai II.....	88
Tabel 4.25 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week day pukul 11:00 AC MZ-8 Pada Lantai II.....	89
Tabel 4.26 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week day pukul 11:00 AC MZ-11 Pada Lantai II.....	89
Tabel 4.27 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week day pukul 11:00 AC MZ-12 Pada Lantai II.....	89
Tabel 4.28 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 11:00 Pada Lantai IV	89
Tabel 4.29 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 15:00 AC MZ-4 Pada Lantai II.....	90
Tabel 4.30 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 15:00 AC MZ-5 Pada Lantai II.....	90
Tabel 4.31 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 15:00 AC MZ-6 Pada Lantai II.....	90
Tabel 4.32 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 15:00 AC MZ-7 Pada Lantai II.....	91
Tabel 4.33 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 15:00 AC MZ-8 Pada Lantai II.....	91
Tabel 4.34 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 15:00 AC MZ-11 Pada Lantai II.....	91
Tabel 4.35 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 15:00 AC MZ-12 Pada Lantai II.....	92

Tabel 4.36 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 15:00 Pada Lantai IV.....	92
Tabel 4.37 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 19:00 AC MZ-4 Pada Lantai II.....	92
Tabel 4.38 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 19:00 AC MZ-5 Pada Lantai II.....	92
Tabel 4.39 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 19:00 AC MZ-6 Pada Lantai II.....	93
Tabel 4.40 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 19:00 AC MZ-7 Pada Lantai II.....	93
Tabel 4.41 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 19:00 AC MZ-8 Pada Lantai II.....	93
Tabel 4.42 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 19:00 AC MZ-11 Pada Lantai II.....	94
Tabel 4.43 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 19:00 AC MZ-12 Pada Lantai II.....	94
Tabel 4.44 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 19:00 Pada Lantai IV.....	94
Tabel 4.45 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 11:00 AC MZ-4 Pada Lantai II.....	94
Tabel 4.46 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 11:00 AC MZ-5 Pada Lantai II.....	95
Tabel 4.47 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 11:00 AC MZ-6 Pada Lantai II.....	95
Tabel 4.48 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 11:00 AC MZ-7 Pada Lantai II.....	95
Tabel 4.49 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 11:00 AC MZ-8 Pada Lantai II.....	96
Tabel 4.50 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 11:00 AC MZ-11 Pada Lantai II.....	96
Tabel 4.51 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 11:00 AC MZ-12 Pada Lantai II.....	96
Tabel 4.52 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 11:00 Pada Lantai IV.....	96

Tabel 4.53 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 15:00 MZ-4 Pada Lantai II.....	97
Tabel 4.54 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 15:00 MZ-5 Pada Lantai II.....	97
Tabel 4.55 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 15:00 MZ-6 Pada Lantai II.....	97
Tabel 4.56 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 15:00 MZ-7 Pada Lantai II.....	98
Tabel 4.57 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 15:00 MZ-8 Pada Lantai II.....	98
Tabel 4.58 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 15:00 MZ-11 Pada Lantai II.....	98
Tabel 4.59 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 15:00 MZ-12 Pada Lantai II.....	99
Tabel 4.60 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 15:00 Pada Lantai IV.....	99
Tabel 4.61 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 19:00 MZ-4 Pada Lantai II.....	99
Tabel 4.62 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 19:00 MZ-5 Pada Lantai II.....	99
Tabel 4.63 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 19:00 MZ-6 Pada Lantai II.....	100
Tabel 4.64 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 19:00 MZ-7 Pada Lantai II.....	100
Tabel 4.65 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 19:00 MZ-8 Pada Lantai II.....	100
Tabel 4.66 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 19:00 MZ-11 Pada Lantai II.....	101
Tabel 4.67 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 19:00 MZ-12 Pada Lantai II.....	101
Tabel 4.68 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 19:00 Pada Lantai IV.....	101
Tabel 4.69 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-4 Lantai II Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00	102

Tabel 4.70 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-5 Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00	102
Tabel 4.71 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-6 Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00	102
Tabel 4.72 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-7 Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00	103
Tabel 4.73 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-8 Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00	103
Tabel 4.74 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-11 Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00	104
Tabel 4.75 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-12 Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00	104
Tabel 4.76 Total Beban Pendinginan tiap Tenant Lantai IV Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00	104
Tabel 4.77 Perbedaan Kaca <i>Single Glass</i> dan <i>Double Glass</i> ..	109
Tabel 4.78 CLTD (°F) untuk Kaca.....	110
Tabel 4.79 Beban Transmisi Kaca Tenant Menggunakan Kaca Tipe <i>Single Glass</i> dan <i>Double Glass</i>	111
Tabel 4.80 Beban Radiasi Kaca Tenant Menggunakan Kaca Tipe <i>Single Glass</i> dan <i>Double Glass</i>	113
Tabel 4.81 Besar Biaya Investasi dan Penghematan dengan Kaca <i>Double Glass</i>	114
Tabel 4.82 Beban Pendinginan Akibat Penerangan Sebelum dan Setelah Pergantian Lampu Pada Lantai II.....	116
Tabel 4.83 Beban Pendinginan Akibat Penerangan Sebelum dan Setelah Pergantian Lampu Pada Lantai IV.....	117

Tabel 4.84 Besar Biaya Investasi dan Penghematan dengan lampu Led.....	118
Tabel 4.85 Total Beban Pendinginan Setelah Pergantian Kaca dan Lampu Pada AC MZ-4 Lantai II.....	119
Tabel 4.86 Total Beban Pendinginan Setelah Pergantian Kaca dan Lampu Pada AC MZ-5 Lantai II.....	120
Tabel 4.87 Total Beban Pendinginan Setelah Pergantian Kaca dan Lampu Pada AC MZ-6 Lantai II.....	120
Tabel 4.88 Total Beban Pendinginan Setelah Pergantian Kaca dan Lampu Pada AC MZ-7 Lantai II	120
Tabel 4.89 Total Beban Pendinginan Setelah Pergantian Kaca dan Lampu Pada AC MZ-8 Lantai II.....	121
Tabel 4.90 Total Beban Pendinginan Setelah Pergantian Kaca dan Lampu Pada AC MZ-11 Lantai II.....	121
Tabel 4.91 Total Beban Pendinginan Setelah Pergantian Kaca dan Lampu Pada AC MZ-12 Lantai II.....	121
Tabel 4.92 Total Beban Pendinginan Setelah Pergantian Lampu Pada Lantai IV.....	121
Tabel 4.93 Kondisi Lingkungan.....	130
Tabel 4.94 Hasil Penyesuaian Arah Mata Angin.....	131
Tabel 4.95 CLTD (°F) untuk Kaca.....	132
Tabel 4.96 CLTD (°F) dinding grup B (ASHRAE).....	133
Tabel 4.97 Latitude-Month Correction untuk dinding dan atap.....	134
Tabel 4.98 Tabel Heat Gain Peralatan Tenant Buti.....	137
Tabel 4.99 Tabel Total Beban Pendinginan Tenant Buti.....	138
Tabel 4.100 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week day pukul 11:00 AC MZ-4 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C	139
Tabel 4.101 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week day pukul 11:00 AC MZ-5 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	139

Tabel 4.102	Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week day pukul 11:00 AC MZ-6 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	139
Tabel 4.103	Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week day pukul 11:00 AC MZ-7 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	140
Tabel 4.104	Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week day pukul 11:00 AC MZ-8 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	140
Tabel 4.105	Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week day pukul 11:00 AC MZ-11 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C	140
Tabel 4.106	Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week day pukul 11:00 AC MZ-12 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	141
Tabel 4.107	Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 11:00 Pada Lantai IV Pada Suhu Ruang 22°C	141
Tabel 4.108	Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 15:00 AC MZ-4 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	141
Tabel 4.109	Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 15:00 AC MZ-5 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	141
Tabel 4.110	Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 15:00 AC MZ-6 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	142
Tabel 4.111	Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul AC MZ-7 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	142
Tabel 4.112	Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 15:00 AC MZ-8 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	142

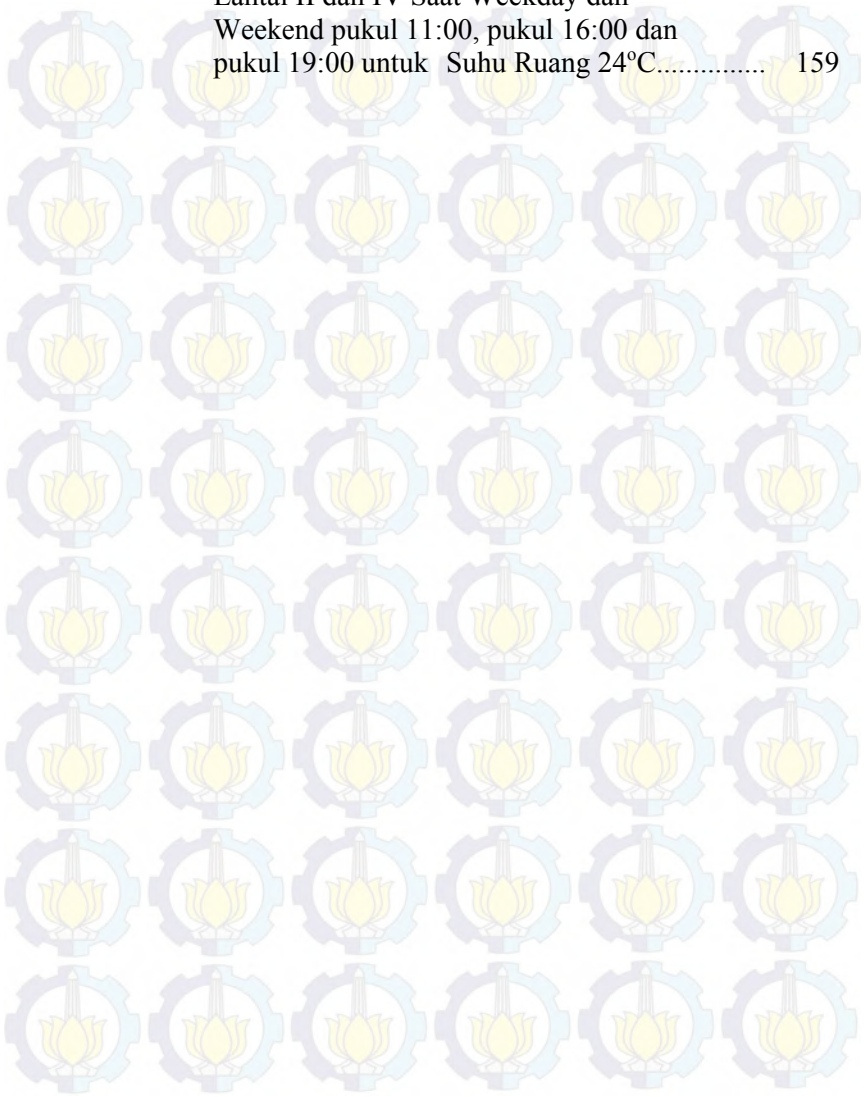
Tabel 4.113 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 15:00 AC MZ-11 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	143
Tabel 4.114 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 15:00 AC MZ-12 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	143
Tabel 4.115 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 15:00 Pada Lantai IV Pada Suhu Ruang 22°C.....	143
Tabel 4.116 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 19:00 AC MZ-4 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	144
Tabel 4.117 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 19:00 AC MZ-5 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	144
Tabel 4.118 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 19:00 AC MZ-6 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	144
Tabel 4.119 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 19:00 AC MZ-7 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	145
Tabel 4.120 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 19:00 AC MZ-8 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	145
Tabel 4.121 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 19:00 AC MZ-11 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	146
Tabel 4.122 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 19:00 AC MZ-12 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	146
Tabel 4.123 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays pukul 19:00 Pada Lantai IV Pada Suhu Ruang 22°C.....	146

Tabel 4.124 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 11:00 AC MZ-4 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	147
Tabel 4.125 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 11:00 AC MZ-5 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	147
Tabel 4.126 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 11:00 AC MZ-6 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	147
Tabel 4.127 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 11:00 AC MZ-7 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	148
Tabel 4.128 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 11:00 AC MZ-8 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	148
Tabel 4.129 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 11:00 AC MZ-11 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	149
Tabel 4.130 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 11:00 AC MZ-12 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	149
Tabel 4.131 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 11:00 Pada Lantai IV Pada Suhu Ruang 22°C.....	149
Tabel 4.132 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 15:00 MZ-4 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	150
Tabel 4.133 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 15:00 MZ-5 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	150
Tabel 4.134 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul MZ-6 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	150

Tabel 4.135 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 15:00 MZ-7 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	151
Tabel 4.136 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 15:00 MZ-8 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	151
Tabel 4.137 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 15:00 MZ-11 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C	151
Tabel 4.138 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 15:00 MZ-12 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	152
Tabel 4.139 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 15:00 Pada Lantai IV Pada Suhu Ruang 22°C.....	152
Tabel 4.140 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 19:00 MZ-4 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	152
Tabel 4.141 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 19:00 MZ-5 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	153
Tabel 4.142 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 19:00 MZ-6 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	153
Tabel 4.143 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 19:00 MZ-7 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	154
Tabel 4.144 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 19:00 MZ-8 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	154
Tabel 4.145 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 19:00 MZ-11 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	154

Tabel 4.146 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 19:00 MZ-12 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C.....	155
Tabel 4.147 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 19:00 Pada Lantai IV Pada Suhu Ruang 22°C.....	155
Tabel 4.148 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-4 Lantai II Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00	155
Tabel 4.149 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-5 Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00.....	156
Tabel 4.150 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-6 Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00	156
Tabel 4.151 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-7 Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00.....	157
Tabel 4.152 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-8 Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00	157
Tabel 4.153 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-11 Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00	157
Tabel 4.154 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-12 Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00.....	158
Tabel 4.155 Total Beban Pendinginan tiap Tenant Lantai IV Saat Weekday 9:00	158
Tabel 4.156 Total Beban Pendinginan tiap Tenant Lantai II dan Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00 untuk Suhu Ruang 22°C.....	158

Tabel 4.157 Total Beban Pendinginan tiap Tenant
 Lantai II dan IV Saat Weekday dan
 Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan
 pukul 19:00 untuk Suhu Ruang 24°C..... 159



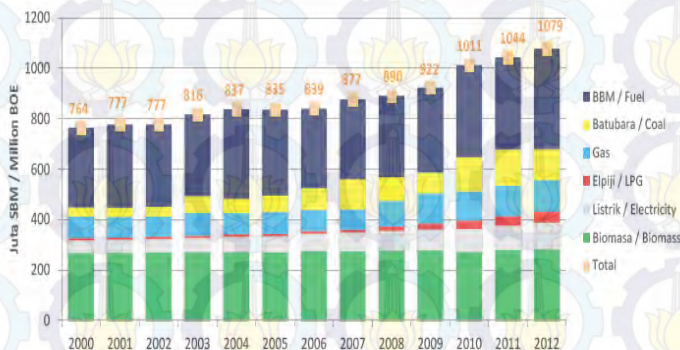




BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era kemajuan teknologi dan informasi sekarang ini, pertumbuhan industri dan bisnis menjadi semakin cepat dari waktu ke waktu. Semakin lama kebutuhan manusia semakin banyak seiring dengan bertambahnya populasi manusia itu sendiri. Menurut data BPPT konsumsi energi final di Indonesia pada periode 2000-2012 meningkat rata-rata sebesar 2,9% per tahun. Kebutuhan energi yang semakin tinggi tersebut tidak diimbangi dengan persediaan energi yang besar, namun persediaan energi dari tahun ke tahun semakin menipis terutama pada sumber energi yang tidak dapat diperbaharui seperti minyak bumi, gas alam dan batu bara. Semakin berkurang sumber energi tersebut, maka akan menyebabkan terjadinya krisis energi. Hal ini dikarenakan permintaan energi semakin meningkat namun ketersediaan jumlah energi semakin sedikit. Kondisi ini menyebabkan nilai energi semakin hari semakin tinggi sehingga penggunaan energi yang efektif dan efisien sangat dibutuhkan. Karena kondisi tersebut perlu dilakukannya langkah penghematan penggunaan energi.



Gambar 1.1 Data penggunaan energi final di Indonesia tahun 2000-2012(sumber : *Outlook Energi Indonesia 2014*)



Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dilakukanlah konservasi energi. Konservasi energi dapat dilakukan pada bangunan gedung komersil yang mengkonsumsi energi cukup besar, seperti perkantoran, mall, rumah sakit, swalayan, dan lain – lain. Penerapan konservasi energi di gedung-gedung yang sesuai dengan standar nasional Indonesia menjadi hal yang sangat penting. Pada umumnya gedung di negara tropis seperti Indonesia paling banyak menggunakan energi untuk sistem tata udara 45-70%, sistem tata cahaya 10-20%, lift dan eskalator 2-7% serta alat-alat kantor dan elektronik 2-10%. Pemerintah sendiri juga mengatur secara khusus pelaksanaan konservasi energi ini dalam bentuk peraturan pemerintah No 70 tahun 2009. Konservasi energi merupakan upaya sistematis, terencana, dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. Konservasi energi dilakukan untuk mengatur dan mengelola penggunaan energi seefisien mungkin pada bangunan gedung tanpa mengurangi tingkat kenyamanan di lingkungan hunian ataupun produktivitas di lingkungan kerja.

Upaya yang dapat dilakukan dalam konservasi energi adalah dengan melakukan audit energi. Audit energi adalah proses evaluasi pemanfaat energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada suatu perusahaan. Audit energi sendiri akan memberikan gambaran secara aktual dari penggunaan energi di perusahaan karena dilakukan dengan pengamatan langsung di lapangan yang pada akhirnya akan menghasilkan rekomendasi-rekomendasi yang bisa di aplikasikan langsung pada perusahaan tersebut. Sayangnya kegiatan audit energi ini sendiri masih jarang dilakukan di Indonesia. Padahal melalui kegiatan ini akan diketahui peluang penghematan energi yang pada akhirnya mengurangi biaya operasional perusahaan itu sendiri. Oleh karena itu Penelitian Tugas Akhir ini akan mengangkat kasus evaluasi kebutuhan energi pada lantai II dan IV gedung mall XYZ yang berada di kota Kediri dalam rangka untuk mengetahui peluang penghematan energi gedung mall tersebut.



1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas oleh penulis dalam Tugas Akhir evaluasi peluang penghematan energi lantai II dan IV Gedung Mall XYZ Kediri ini diantaranya:

1. Apakah ada kemungkinan terjadi pemborosan penggunaan energi di lantai II dan IV gedung mall XYZ Kediri.
2. Apakah ada peluang untuk dilakukan penghematan energi untuk sistem pengkondisian udara dan sistem penerangan pada area lantai II dan IV gedung mall XYZ Kediri
3. Bagaimana langkah-langkah untuk menghemat penggunaan energi pada area lantai II dan IV gedung mall XYZ Kediri.

1.3 Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian dari tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui kemungkinan terjadi pemborosan penggunaan energi di lantai II dan IV gedung mall XYZ Kediri.
2. Mengetahui peluang penghematan energi untuk sistem pengkondisian udara dan sistem penerangan pada area lantai II dan IV gedung mall XYZ Kediri
3. Mengetahui langkah-langkah untuk menghemat penggunaan energi pada area lantai II dan IV gedung mall XYZ Kediri.

1.4 Batasan Masalah

Audit energi merupakan lingkup yang sangat luas untuk diteliti. Untuk itulah pada tugas akhir ini ada beberapa batasan – batasan yang meliputi :

1. Pengambilan data pada hanya pada lingkup dan ruangan yang diizinkan oleh pengelola gedung saja.
 2. Letak Geografis Gedung terletak pada 7°48'57,6" Lintang Selatan dan 112°01'07.5" Bujur Timur
 3. Penelitian yang dilakukan dengan analisa sistem pendinginan dan sistem penerangan.
 4. Kondisi desain ruangan didasarkan pada comfort zone untuk standar ASHRAE dengan temperature ruangan yang konstan.
-



5. Pada sistem penerangan mengacu pada SNI 03-6197-2000
6. Pada sistem pengkondisian udara, perhitungan beban pendinginan mengacu pada standar *ASHRAE Fundamental* 1997 dengan metode *Cooling Load Temperature Difference (CLTD)*.
7. Bayangan akibat dari luas bangunan, pepohonan dan bangunan di sekitar objek penelitian diabaikan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil dari penelitian ini dapat direkomendasikan kepada pihak manajemen atau pengelola gedung mall XYZ Kediri sebagai dasar pelaksanaan konservasi energi sehingga dapat diperoleh penghematan energi pada gedung mall XYZ Kediri.
2. Mengembangkan wawasan mahasiswa terhadap penerapan manajemen energi yang meliputi evaluasi peluang dan langkah konservasi energi. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menjelaskan manajemen energi dalam penerapannya di gedung komersial.
3. Membuka komunikasi dan hubungan antara mahasiswa dengan pihak di luar kampus dalam hal ini perusahaan atau pengelola gedung komersial.



BAB II

DASAR TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dasar Teori

2.1.1 Manajemen Energi

Manajemen energi adalah kegiatan terpadu untuk mengendalikan konsumsi energi agar tercapai pemanfaatan energi yang efektif dan efisien untuk menghasilkan keluaran yang maksimal melalui tindakan teknis secara terstruktur dan ekonomis untuk meminimalisasi pemanfaatan energi termasuk energi untuk proses produksi dan meminimalisasi konsumsi bahan baku dan bahan pendukung.

Manajemen Energi dapat memberikan metode yang dapat diaplikasikan sebagai langkah penghematan energi. Manajemen energi tidak hanya mengacu pada permasalahan teknis, namun juga dapat dikaitkan dengan pola perilaku sumber daya manusia yang terlibat dalam penggunaan energi. Pengguna energi diharapkan mampu menggunakan energi seefisien mungkin untuk mengurangi pemborosan energi. Langkah awal yang harus dilakukan adalah dengan melaksanakan audit energi.

2.1.2 Audit Energi

Audit energi adalah teknik yang dipakai untuk menghitung besarnya konsumsi energi pada bangunan gedung dan mengenali cara-cara untuk penghematannya. Audit Energi bertujuan mengetahui "Potret Penggunaan Energi" dan mencari upaya peningkatan efisiensi penggunaan energi. Dalam melakukan audit energi terdapat standar prosedur tersendiri. Standar prosedur audit energi pada bangunan gedung ini dimaksudkan sebagai pedoman bagi semua pihak yang terlibat dalam perencanaan, pelaksanaan, pengawasan dan pengelolaan bangunan gedung dalam rangka peningkatan efisiensi penggunaan energi dan menekan biaya energi tanpa harus mengurangi kualitas kinerjanya.



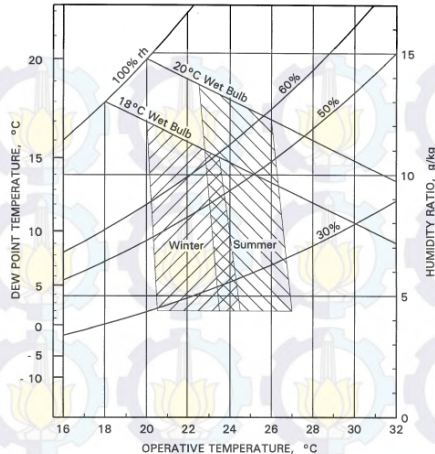
Dalam proses audit energi dapat diketahui tingkat konsumsi energi yang biasa disebut dengan intensitas konsumsi energi (IKE). Intensitas konsumsi energi (IKE) dibandingkan dengan target yang sudah ditentukan. Apabila intensitas konsumsi energi (IKE) hasil audit lebih besar dari target maka dilakukan analisa peluang penghematan energi(PHE). Peluang penghematan energi(PHE) diketahui bersamaan dengan adanya rekomendasi untuk penghematan energi. Setelah rekomendasi disetujui maka dilakukan implementasi sebagai upaya penghematan energi.

2.1.3 Konservasi Energi

Penghematan energi atau konservasi energi adalah upaya mengefisienkan pemakaian energi untuk suatu kebutuhan agar pemborosan energi dapat dihindarkan. Penghematan energi dapat dicapai dengan penggunaan energi secara efisien dimana manfaat yang sama diperoleh dengan menggunakan energi lebih sedikit, ataupun dengan mengurangi konsumsi dan kegiatan yang menggunakan energi. Penghematan energi dapat menyebabkan berkurangnya biaya, serta meningkatnya nilai lingkungan.

2.1.4 Teori Pengondisian Udara

Pengkondisian udara adalah usaha mengolah udara untuk mengendalikan temperatur ruangan, kelembaban relatif, kualitas udara, dan penyebarannya, untuk menjaga persyaratan kenyamanan (*comfort*) bagi penghuni.



Gambar 2.1 *ASHRAE comfort zone* (sumber : *ASHRAE standard 1992*)

Kondisi udara di dalam ruangan untuk perencanaan dipilih sesuai dengan fungsi dan persyaratan penggunaan ruangan yang dimuat dalam standar. Standar kenyamanan termis di Indonesia yang berpedoman pada standart [ANSI/ASHRAE 55-1992] merekomendasikan suhu nyaman $24\text{ }^{\circ}\text{C} + 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, atau rentang antara $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ hingga $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban relatif 50% - 60% untuk kenyamanan penghuni. Kondisi udara di luar untuk perencanaan harus sesuai standar yang berlaku, atau digunakan kondisi udara luar dalam standar lain yang disepakati oleh masyarakat profesi tata udara dan refrigerasi.

Sebagai faktor utama untuk menentukan kapasitas pendinginan sistem tata udara dan refrigerasi, perhitungan perkiraan beban pendinginan harus dilakukan dengan hati-hati dan sangat cermat pada setiap komponen beban. Perhitungan beban pendinginan maksimum yang terlampaui konservatif, atau terlalu besar faktor keamanannya, akan menyebabkan penentuan kapasitas mesin pendingin yang terlampaui besar. Akibatnya, pada beban parsial, mesin pendingin akan beroperasi jauh di bawah



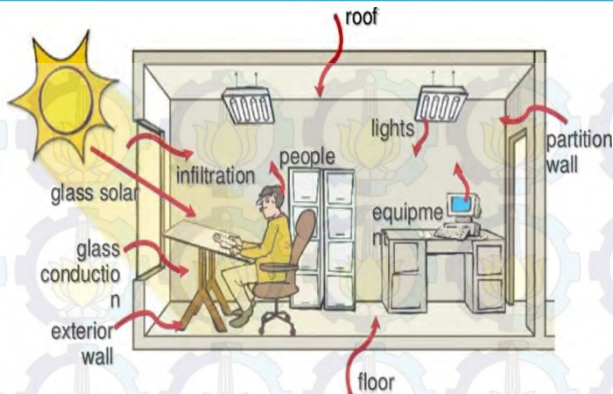
kapasitasnya. Kondisi ini umumnya akan menyebabkan pemakaian energi yang kurang efisien bagi mesin.

2.1.5 Beban Pendinginan (*Cooling Load*)

Ada banyak faktor yang diperhitungkan dalam menentukan besarnya beban pendinginan pada suatu pengkondisian udara. Faktor-faktor ini mempunyai dampak bagi kapasitas sistem, pengendalian, dan perancangan, serta penempatan sistem saluran udara, atau unit-unit terminal. Sebagai contoh, penempatan unit-unit hangat di bawah jendela atau di sepanjang dinding luar dapat mengatasi pengaruh suhu rendah dari permukaan-permukaan tersebut. Perpindahan kalor melalui suatu selubung bangunan dipengaruhi oleh jenis bahan yang digunakan, oleh faktor geometris, seperti ukuran, bentuk, dan orientasinya, adanya sumber-sumber kalor dalam, dan faktor-faktor iklim.

Secara garis besar, beban pendinginan diklasifikasikan menjadi dua, yaitu beban kalor yang masuk dari luar ruangan ke dalam ruangan (beban eksternal) dan beban kalor yang bersumber dari dalam ruangan itu sendiri (beban internal). Pembagian beban pendingin dengan menggunakan metode *CLTD* adalah sebagai berikut.

- Beban eksternal:
 - Beban transmisi melalui dinding luar, atap dan kaca.
 - Beban radiasi matahari melalui kaca
 - Beban ventilasi
 - Beban infiltrasi
- Beban Internal:
 - Beban partisi
 - Beban penghuni
 - Beban penerangan
 - Beban peralatan



Gambar 2.2 Contoh beban pendinginan ruangan

2.1.6 Perhitungan Beban Pendinginan Eksternal

2.1.6.1 Beban Transmisi Melalui Dinding Luar, Atap dan Kaca

Beban transmisi adalah beban yang diakibatkan oleh perpindahan panas secara konduksi karena perbedaan temperatur antara bagian luar dengan bagian dalam elemen bangunan.

Beban transmisi pada dinding luar, atap dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$q = U \times A \times CLTD_c \quad (2.1)$$

dimana:

q = Beban Transmisi melalui dinding, atap dan kaca,
watt

U = Overall heat transfer coefficient, W/m^2K

A = Luasan dinding, atap, dan kaca, m^2

$CLTD_c$ = Cooling Load Temperature Difference, K

Harga $CLTD_c$ menggunakan data dari tabel 3.8, 3.10 dan 3.23 ASHRAE tanpa koreksi jika data yang ada sebagai berikut:

- warna dinding dan atap gelap
- Temperatur ruang rancangan 78°F (25,56°C)
- Temperatur udara luar maksimum 85°F (35°C), dengan *Daily Range* 21°F



- Letak ruangan/gedung berada pada 40 LU, perhitungan dilakukan pada tanggal 23 Juni.

Jika kondisi berbeda, nilai CLTD_c dihitung menggunakan koreksi pada persamaan berikut ini:

Untuk CLTD_c pada dinding dihitung menggunakan persamaan :

$$CLTD_c = \{(CLTD + LM) \times K + (78 - t_R) + (t_o - 85)\} \quad (2.2)$$

Untuk CLTD_c pada atap dihitung menggunakan persamaan berikut ini:

$$CLTD_c = \{(CLTD + LM) \times K + (78 - t_R) + (t_o - 85)\} \times f \quad (2.3)$$

Sedangkan CLTD_c pada kaca dihitung menggunakan persamaan:

$$CLTD_c = CLTD + (78 - t_R) + (t_o - 85) \quad (2.4)$$

dimana:

CLTD = Perbedaan temperature pendinginan, K

LM = Faktor koreksi (*Latitude Month*)

K = faktor penyesuaian warna dinding.

K = 1 untuk warna gelap atau daerah industri

K = 0,83 untuk warna atap cerah

K = 0,65 untuk warna dinding cerah.

t_R = Temperatur udara ruang rancangan , K

f = Koreksi untuk *ceiling ventilation*

f = 0,75 untuk *attic fan*

f = 1 untuk yang lainnya

t_o = Suhu udara luar yang dihitung berdasarkan persamaan :

$$t_o = \{Design Outside Temperature - (\frac{daily range}{2})\} K$$

daily range = Temperatur harian rata-rata.

2.1.6.2 Beban Radiasi Matahari Melalui Kaca

Beban radiasi adalah beban yang diperoleh akibat penjarangan energi matahari melalui komponen bangunan yang tembus pandang atau penyerapan oleh komponen bangunan yang tidak tembus cahaya (*opaque building component*). Beban radiasi kaca dihitung menggunakan persamaan berikut:



$$q = SHGF \times A \times SC \times CLF \quad (2.5)$$

dimana:

q = Beban radiasi melalui kaca, BTU/hr

$SHGF$ = Faktor panas matahari, BTU/(hr.ft²)

Harga $SHGF$ didapat dari Tabel 3.25 ASHRAE-HANDBOOK-1997 Fundamental

A = Luasan kaca, ft²

SC = Koefisien bayangan

Harga SC didapat dari Tabel 3.18 ASHRAE-HANDBOOK-1997 Fundamental

CLF = Faktor beban pendinginan untuk kaca.

Harga CLF didapat dari Tabel 3.27 dan Tabel 3.28 ASHRAE-HANDBOOK-1997 Fundamental

2.1.6.3 Beban Pendinginan Melalui Ventilasi dan Infiltrasi

Ventilasi adalah udara yang dimasukkan ke dalam bangunan secara alami atau mekanis. Infiltrasi adalah laju aliran udara tak terkendali dan tidak disengaja masuk ke dalam gedung melalui celah dan bukaan lainnya dan akibat penggunaan pintu luar gedung. Infiltrasi disebut juga sebagai kebocoran udara luar ke dalam gedung. Besarnya beban ventilasi dan infiltrasi dapat dihitung menggunakan rumus di bawah ini:

$$Q_s = 1.1 \times \Delta T \times \text{scfm} \quad (2.6)$$

$$Q_l = 4840 \times \Delta w \times \text{scfm} \quad (2.7)$$

dimana:

Q_s = kalor sensible dari ventilasi dan infiltrasi udara (BTU/hr)

Q_l = kalor laten dari ventilasi dan infiltrasi udara (BTU/hr)

scfm = infiltrasi udara atau kecepatan ventilasi, (ft³/min)

ΔT = selisih temperatur di dalam dan di luar ruangan (°F)

Δw = selisih rasio kelembaban di dalam dan di luar ruang (lb/lb)



2.1.7 Perhitungan Beban Pendinginan Internal

2.1.7.1 Beban Pendinginan Melalui Partisi (*Partition*)

Penambahan kalor melalui partisi, langit-langit dan lantai. Besarnya penambahan kalor dapat dicari dari persamaan di bawah ini :

$$q = U \times A \times TD \quad (2.8)$$

Dimana :

q = Kalor perpindahan panas (BTU/hr)

U = Koefisien seluruh perpindahan panas untuk lantai, partisi, dan langit-langit, (BTU/hr.ft².°F).

A = Luas area dari lantai (ft²)

TD = selisih temperatur (°F)

2.1.7.2 Beban Penghuni

Beban penghuni adalah beban yang disebabkan adanya manusia yang berada pada ruangan yang dikondisikan. Besar beban pendinginan akibat penghuni dilihat dari berapa banyak penghuni ruangan, total jam, dan kegiatan yang dilakukan oleh penghuni.

Berikut ini merupakan persamaan untuk menghitung beban sensibel dan laten penghuni,

$$Q_s = q_s \times n \times CLF \quad (\text{btu/hr}) \quad (2.9)$$

Untuk beban laten manusia:

$$Q_L = q_L \times n \quad (\text{btu/hr}) \quad (2.10)$$

dengan:

q_s, q_L = Panas sensibel dan laten manusia

n = Banyaknya manusia

CLF = Faktor beban pendinginan untuk manusia.

$CLF = 1$ (Dengan kepadatan tinggi atau tidak beroperasi 24 jam dan atau jika pendinginan mati pada malam hari atau selama *weekends*).

2.1.7.3 Beban Penerangan

Jumlah perolehan kalor dari ruangan yang disebabkan oleh penerangan. beban penerangan tergantung pada daya dan jenis



penerangan atau lampu yang dipakai. Energi radiasi dari lampu, mula-mula akan diserap oleh lantai dan peralatan-peralatan didalam ruangan hingga suhunya naik dengan laju yang ditentukan oleh massanya. Oleh karena suhu permukaan-permukaan benda-benda tersebut naik diatas suhu udara, maka dari permukaan-permukaan tersebut kalor dikonveksikan sehingga akhirnya menjadi beban bagi sistem pendinginan. Berikut merupakan rumusan untuk perhitungan beban penerangan:

$$Q = 3.41 \times q_i \times F_u \times F_s \times CLF \quad (2.11)$$

dengan :

Q = Beban pendinginan akibat penerangan (Btu/hr)

q_i = Total daya lampu (watt)

F_u = Fraksi lampu yang terpasang

F_s = Faktor Balast, $F_s = 1,2$ (untuk fluorescent biasa)

$F_s = 1.0$ (untuk incandescent)

CLF = Faktor beban pendinginan untuk lampu

$CLF = 1$ (ketika sistem pendinginan beroperasi hanya saat lampu menyala atau lampu dinyalakan 16 jam sehari).

2.1.7.4 Beban Peralatan

Beban peralatan adalah beban pendinginan di dalam ruangan akibat kalor yang keluar dari peralatan peralatan yang mempengaruhi besarnya beban pendinginan. Beban kalor ini dapat dilihat pada tabel yang terlampir.

2.1.8 Beban Total Pendinginan

Beban total pendinginan adalah jumlah dari Total Sensibel Heat (TSH) dengan Total Latent Heat (TLH). Beban total sensible dapat diperoleh dengan menjumlahkan beban-beban sensible dari seluruh ruangan. Dan beban-beban sensible tiap ruangan berasal dari beban sensible internal dan beban sensible eksternal. Dari pernyataan tersebut dapat ditulis dengan persamaan :



$$TSH = SH \text{ Internal} + SH \text{ Eksterna} \quad (2.12)$$

Dimana:

$$SH_{\text{Internal}} = Q_s \text{ penghuni} + Q_s \text{ lampu} + Q_s \text{ peralatan} \quad (2.13)$$

$$SH_{\text{Eksternal}} = Q_s \text{ dinding} + Q_s \text{ kaca} + Q_s \text{ kaca radiasi} + Q_s \text{ lantai} + Q_s \text{ infiltrasi} \quad (2.14)$$

Demikian pula dengan beban laten total tiap lantai yaitu dengan cara menjumlahkan beban-beban laten semua ruangan. Beban total tiap ruangan berasal dari beban laten internal dan beban laten eksternal.

$$TLH = LH \text{ Internal} + LH \text{ Eksternal} \quad (2.15)$$

Dimana :

$$LH \text{ Internal} = Q_L \text{ penghuni} + Q_L \text{ peralatan} \quad (2.16)$$

$$LH \text{ Eksternal} = Q_L \text{ Infiltrasi} + Q_L \text{ ventilasi} \quad (2.17)$$

Maka,

$$\text{Beban Total Pendinginan} = TSH + TLH \quad (2.18)$$

2.1.9 Faktor Keamanan

Faktor keamanan perlu ditambahkan pada beban total pendinginan untuk menjaga kemungkinan terjadi kesalahan dalam survei atau perakitan. Harga faktor keamanan terdapat pada standar *ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) Fundamental* tahun 1997, *chapter 28* minimal sebesar 10% dari beban total pendinginan.

2.1.10 Standar Sistem Penerangan

Standarisasi pencahayaan pada bangunan atau gedung bertujuan untuk memperoleh sistem pencahayaan dengan pengoperasian yang optimal sehingga penggunaan energi menjadi efisien tanpa harus mengurangi dan mengubah fungsi bangunan, kenyamanan dan produktivitas kerja penghuni serta mempertimbangkan aspek biaya. Standar pencahayaan salah satunya diatur dalam SNI 03-6197-2000. Standar ini diperuntukan bagi semua pihak yang terlibat dalam perencanaan, pembangunan, pengoperasian dan pemeliharaan gedung untuk mencapai penggunaan energi yang efisien.



Tabel 2.1 Tingkat pencahayaan rata-rata, renderasi dan temperatur warna sesuai SNI 03-6197-2000 tentang konservasi energi pada system pencahayaan

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan (Lux)	Kelompok renderasi warna	Temperatur warna		
			Warm white <3300 K	Cool white 3300K – 5300K	Daylight >5300 K
Pertokoan/ Ruang Pamer:					
Ruang pameran dengan obyek berukuran besar (misalnya mobil)	500	1	•	•	•
Toko buku dan alat tulis/ gambar	300		•	•	•
Toko perhiasan, arloji	500	1	•	•	
Toko barang kulit dan sepatu	500	1	•	•	
Toko pakaian	500	1	•	•	
Pasar swalayan	500	1 atau 2	•	•	
Toko mainan	500	1	•	•	
Toko alat listrik (TV, Radio/tape, mesin cuci dan lain lain	250	1 atau 2	•	•	•
Toko alat music dan olahraga	250	1	•	•	•
Perkantoran:					
Ruang Kerja	350	1 atau 2		•	•
Ruang Komputer	350	1 atau 2		•	•
Ruang Arsip	150	1 atau 2		•	•
Ruang Rapat	300	1	•	•	

Selain mengatur tingkat pencahayaan, di dalam SNI 03-6197-2000 juga mengatur besarnya daya maksimum yang



digunakan untuk sistem penerangan. Adapun besarnya daya maksimum untuk sebagian tempat sebagai berikut:

Tabel 2.2 Daya listrik maksimum untuk pencahayaan

Lokasi	Daya pencahayaan maksimum (W/m^2) (termasuk rugi-rugi balast)
Ruang kantor	15
Auditorium	25
Pasar swalayan	20
Hotel:	
Kamar tamu	17
Daerah umum	20
Rumah sakit	
Ruang pasien	15
Gudang	5
Kafetaria	10
Garasi	2
Restauran	25
Lobi	10
Tangga	10
Ruang parkir	5
Ruang perkumpulan	20
Toko	20

2.1.11 Perhitungan Penerangan Ruangan

2.1.11.1 Tingkat Pencahayaan Rata-Rata ($E_{\text{rata-rata}}$)

Tingkat pencahayaan pada suatu ruangan pada umumnya didefinisikan sebagai tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja. Yang dimaksud dengan bidang kerja ialah bidang horisontal imajiner yang terletak 0,75 meter di atas lantai pada seluruh ruangan. Tingkat pencahayaan rata-rata $E_{\text{rata-rata}}$ (lux), dapat dihitung dengan persamaan :



$$E_{rata-rata} = \frac{F_{total} \times k_p \times k_d}{A} \quad lux \quad (2.20)$$

dimana :

F_{total} = Fluks luminus total dari semua lampu yang menerangi bidang kerja (lumen)

A = luas bidang kerja (m^2).

k_p = koefisien pemakaian.

k_d = koefisien depresiasi (penyusutan).

2.1.11.2 Koefisien Penggunaan (k_p)

Koefisien penggunaan didefinisikan sebagai perbandingan antara fluks luminus yang sampai di bidang kerja terhadap keluaran cahaya yang dipancarkan oleh semua lampu. Sebagian dari cahaya yang dipancarkan oleh lampu diserap oleh armatur, sebagian dipancarkan ke arah atas dan sebagian lagi dipancarkan ke arah bawah. Besarnya koefisien penggunaan dipengaruhi oleh faktor :

- 1). Distribusi intensitas cahaya dari armatur.
- 2). Perbandingan antara keluaran cahaya dari armatur dengan keluaran cahaya dari lampu di dalam armatur.
- 3). Reflektansi cahaya dari langit-langit, dinding dan lantai.
- 4). Pemasangan armatur apakah menempel atau digantung pada langit-langit
- 5). Dimensi ruangan.

Besarnya koefisien penggunaan untuk sebuah armatur diberikan dalam bentuk tabel yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat armatur yang berdasarkan hasil pengujian dari instansi terkait. Pembuat armatur akan memberikan tabel k_p , karena tanpa tabel ini perancangan pencahayaan yang menggunakan armatur tersebut tidak dapat dilakukan dengan baik. Besarnya koefisien penggunaan biasanya ditentukan berdasarkan estimasi. Berikut adalah Tabel k_p :



Tabel 2.3 Nilai Koefisien Penggunaan (kp)

Jenis Distribusi Cahaya (Jenis Penerangan)	Perkiraan Koefisien Penggunaan (KP)
Penerangan langsung	0.60 hingga 0.45
Sebagian besar langsung	0.55 hingga 0.40
Merata (menyebar)	0.50 hingga 0.35
Sebagian besar tak langsung	0.45 hingga 0.35
Tidak langsung	0.35 hingga 0.20
Tidak langsung (penerangan lampu hias tembok)	0.20 hingga 0.10

2.1.11.3 Koefisien Depresiasi/ Penyusutan (kd)

Koefisien depresiasi atau sering disebut juga koefisien rugi-rugi cahaya atau koefisien pemeliharaan, didefinisikan sebagai perbandingan antara tingkat pencahayaan setelah jangka waktu tertentu dari instalasi pencahayaan digunakan terhadap tingkat pencahayaan pada waktu instalasi baru. Besarnya koefisien depresiasi dipengaruhi oleh beberapa hal :

- 1). Kebersihan dari lampu dan armatur.
- 2). Kebersihan dari permukaan-permukaan ruangan.
- 3). Penurunan keluaran cahaya lampu selama waktu penggunaan.
- 4). Penurunan keluaran cahaya lampu karena penurunan tegangan listrik.

Tabel 2.4 Nilai Koefisien Depresiasi berdasarkan kondisi ruang

Koefisien depresiasi (Kd)	Ruang bersih	Pembersihan setelah 1 tahun	Kd	0.8 – 0.85
	Ruang sedang	Pembersihan setelah 2 tahun	Kd	0.7
	Ruang kotor	Pembersihan setelah 3 tahun	Kd	0.6

Besarnya koefisien depresiasi biasanya ditentukan berdasarkan estimasi. Untuk ruangan dan armatur dengan pemeliharaan yang baik pada umumnya koefisien depresiasi diambil sebesar 0.8.



2.2 Tinjauan Pustaka

Dwina Azizah S.N (2015) dalam tugas akhirnya yang berjudul "*evaluasi peluang penghematan energi pada lantai ground gedung mall CDE di Surabaya dengan analisa sistem penerangan dan beban pendinginan*", melakukan penelitian untuk konservasi energi dengan audit energi yang meliputi energi listrik dan beban pendinginan. Setelah dilakukan audit energi diperoleh besarnya pemakaian energi dari masing-masing tenant pada lantai ground mall CDE Surabaya. Tenant yang intensitas sistem penerangannya nyaman dan hemat daya menurut standar SNI 03–6197–2000 sebelum rekomendasi hanya ada delapan dari dua puluh tiga tenant yang di audit. Untuk tenant yang intensitas sistem penerangannya masih lebih kecil dari standar, tidak mungkin apabila dilakukan penambahan titik lampu baru karena hal tersebut akan merubah instalasi yang ada. Solusi yang dapat dilakukan adalah dengan mengganti lampu lama dengan lampu baru dengan lumen yang lebih besar namun daya yang lebih kecil. Dalam hal ini untuk lampu rekomendasi menggunakan lampu LED. Setelah diberikan rekomendasi penggantian lampu, seluruh tenant sistem penerangannya sudah nyaman intensitas dan hemat daya menurut standar. Penghematan sistem penerangan setelah dilakukan penggantian lampu yaitu mampu menghemat 121351 kwh/tahun atau setara dengan Rp 184,968,052 setiap tahun. Untuk hasil audit energi dari sistem pendinginan yang sistem pengkondisian udaranya nyaman sebelum rekomendasi adalah 22 tenant, kecuali Tenant Donini pada saat weekday pukul 20:00 dan pada saat weekend pukul 15:00 dan pukul 20:00 WIB. Untuk menurunkan beban pendinginan dilakukan rekomendasi dengan mengganti kaca *single glass* dengan *double glass*. Setelah dilakukan rekomendasi seluruh tenant di Lantai Ground Mall CDE Surabaya pada saat weekday sudah nyaman. Sedangkan pada saat weekend pukul 15:00 dan pukul 20:00 Tenant Donini belum nyaman. penurunan beban pendinginan dari seluruh Tenant di Lantai Ground Mall CDE Surabaya yang didapat setelah melakukan penggantian kaca double glass dan penggantian lampu



yaitu sebesar 917224.53 Btu/hr, sehingga mampu menghemat sebesar Rp 1,943,698,698 setiap tahun.

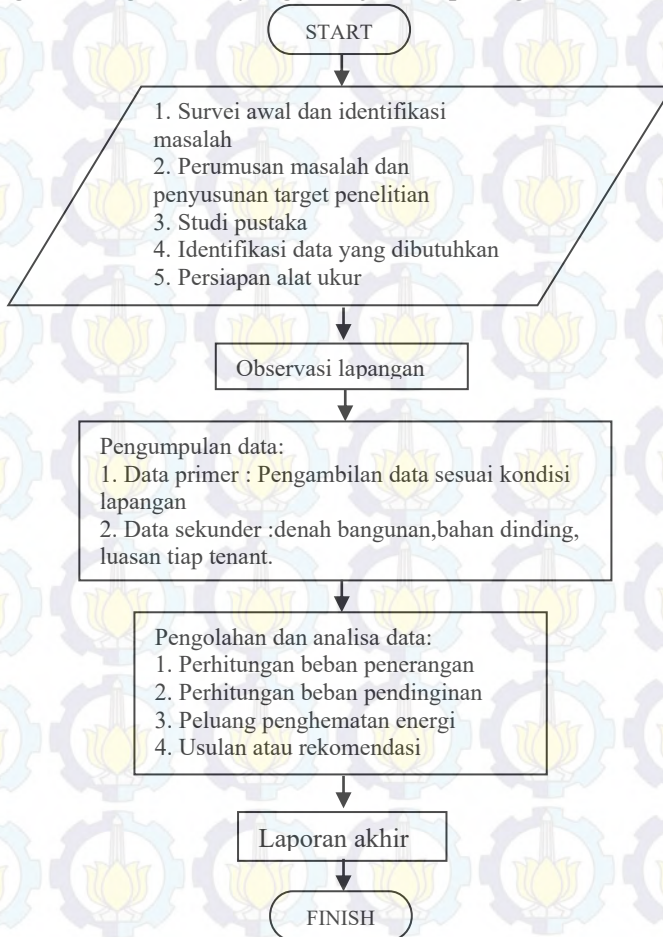
Laura Sundarion (2012) dalam tugas akhirnya yang berjudul "*evaluasi peluang penghematan energi pada lantai 3 gedung mall di surabaya dengan metode analisa beban pendingin*". Melakukan penelitian dengan menghitung beban pendinginan total untuk area foodcourt salah satu gedung mall di Surabaya kemudian melakukan rekomendasi untuk menurunkan beban pendinginan. Beban pendinginan yang dihitung meliputi beban eksternal yang terdiri dari beban transmisi melalui dinding, atap dan kaca, beban radiasi matahari melalui kaca, beban infiltrasi serta beban ventilasi serta beban internal yaitu beban yang berasal dari dalam ruangan yang meliputi beban partisi, beban penerangan, beban penghuni dan beban peralatan. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan beban pendinginan untuk area AHU L3-13 313349.25 watt dengan kapasitas terpasang 246432 watt, untuk AHU L3-16 486234.48 watt dengan kapasitas terpasang 481440 watt dan untuk AHU L3-11,12 77319.33 watt dengan kapasitas terpasang 712432 watt. Untuk menghemat energi diberikan rekomendasi dengan mengganti kaca dari *single glass* menjadi *double glass*. Dengan kaca *double glass* diperoleh total beban pendinginan sebesar 313067.7013 watt untuk AHU L3-13 dan 486990.479 watt untuk AHU L3-16. Penggunaan kaca *double glass* dapat menghemat sebesar 13% dari total beban.



BAB III METODOLOGI PERCOBAAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

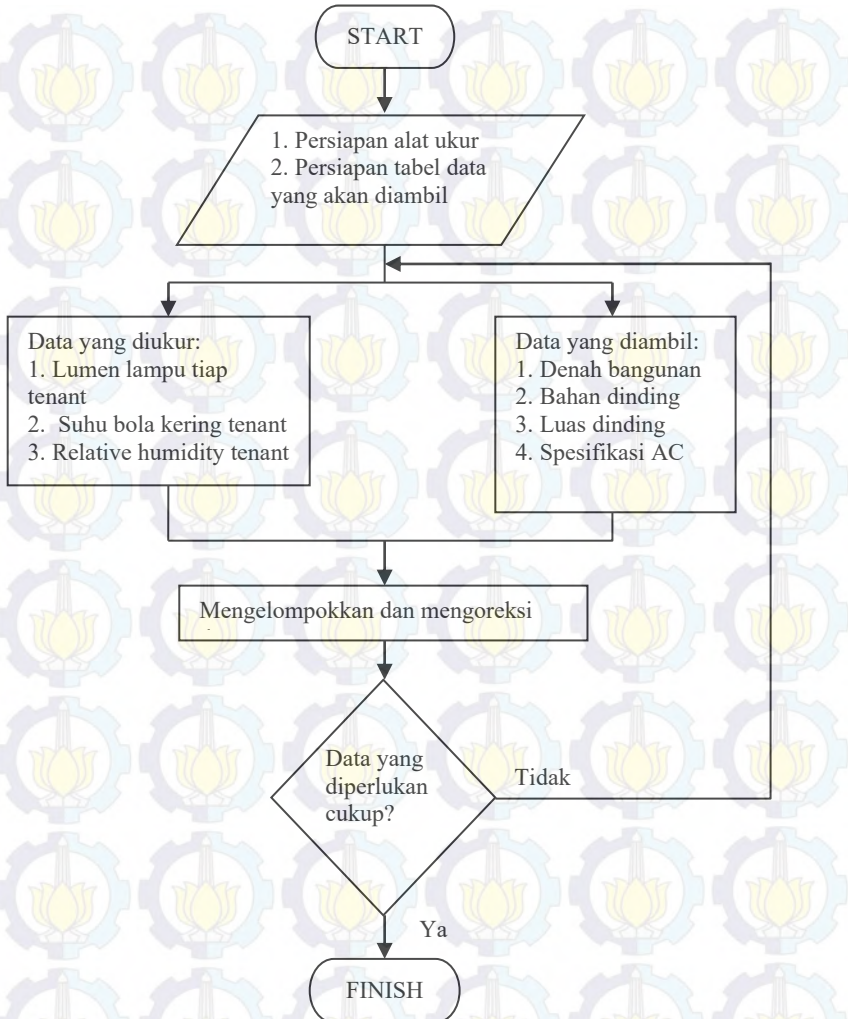
Langkah-langkah penelitian pada Tugas Akhir ini mengikuti diagram alir yang ditunjukkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



3.2 Diagram Alir Pengambilan Data



Gambar 3.2 Diagram Alir Pengambilan Data



3.3 Langkah-Langkah Penelitian

3.3.1 Persiapan awal

Dalam penyusunan laporan penelitian ini, langkah awal yang dilakukan adalah membuat perumusan masalah. Melalui perumusan masalah penulis dapat menentukan tema atau topik dari tugas akhir ini yakni evaluasi peluang penghematan energi pada lantai II dan IV gedung Mall XYZ di kota Kediri. Setelah tema terbentuk kemudian membentuk kerangka dalam menyusun rencana penyelesaian termasuk merancang metode atau teknik pendekatan yang tepat untuk digunakan sebagai langkah – langkah dalam penelitian.

Pada penelitian tentang evaluasi peluang penghematan energi pada lantai II dan IV gedung Mall XYZ di kota Kediri ini, untuk memperoleh dasar dalam menganalisa data penulis dapatkan dari studi literatur. Dalam studi literatur ini akan dipelajari buku-buku yang menjadi referensi tentang pengkondisian udara beserta standarisasinya, dan perencanaan instalasi saluran udara. Referensi ini didapatkan dari perusahaan ataupun literatur dari mata kuliah yang berhubungan dengan tujuan pengambilan data tugas akhir ini.

3.3.2 Peralatan

Dalam pengambilan data diperlukan peralatan – peralatan yang mendukung untuk memperoleh data penelitian. Adapun peralatan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut :

a. *Environmental Meter EN300*



Gambar 3.3 *Environmental Meter*



Alat ukur dengan fungsi dan spesifikasi sebagai berikut:

- Mampu mengukur kecepatan udara, *humidity*, *light*, temperatur dan *sound level*
 - *Humidity* maksimum 80%RH
 - Temperatur 0 - 50°C
 - Dimensi 248 x 70 x 34 mm
- b. *Laser Distance Meter DT300*



Gambar 3.4 *Laser Distance Meter*

Merupakan alat untuk mengukur jarak dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Jarak ukur 0.05 m sampai 50 m
- Mampu mengukur luas hingga 999.99 m²
- Mampu mengukur volume hingga 999.99 m³
- Tingkat akurasi ± 1.5 mm
- Dimensi 115 x 48 x 28mm

c. *Infrared Thermometer Fluke Model 65*



Gambar 3.5 *Infrared Thermometer*



Alat ukur dengan fungsi dan spesifikasi sebagai berikut:

- Mampu mengukur temperatur dengan range -40°C sampai 500°C
- *Response time* 0.8 second
- Akurasi : dibawah $0^{\circ}\text{C} : \pm 5^{\circ}\text{C}$
diatas $0^{\circ}\text{C} : \pm 2^{\circ}\text{C}$
diatas $100^{\circ}\text{C} : \pm 2\%$ dari temperatur terbaca
- Dimensi : 38.1 mm x 63.5 mm x 185.4 mm
- Berat : 283.5 gram

3.3.3. Kondisi Bangunan

3.3.3.1 Jenis dan Keterangan Bangunan

Bangunan dalam penelitian ini adalah gedung komersial yang digunakan sebagai pusat perbelanjaan di kota Kediri dengan nama mall XYZ. Bangunan mall terdiri atas lima lantai.

3.3.3.2 Letak dan Posisi Bangunan

Bangunan terletak di kota Kediri Propinsi Jawa Timur. Bagian depan bangunan menghadap ke Utara dan bagian belakang menghadap selatan. Letak geografis dari gedung adalah $7^{\circ}48'57,6''$ LS dan $112^{\circ}01'07.5''$ BT.

3.3.3.3 Kondisi Ruang

Jumlah ruang atau tenant di mall XYZ kota Kediri pada lantai II yaitu 25 tenant, dan hanya 22 tenant yang diijinkan dilakukan pengambilan data ditambah departement store di lantai IV. Berikut adalah luas ruang yang dikondisikan:

Tabel 3.1 Luas Lantai Tiap Tenant pada Lantai II Mall XYZ Kota Kediri

No	Tenant	Luas	
		(m ²)	(ft ²)
1	Buti	259,84	2796,89
2	Mutiara	38,08	409,889
3	Naughty	64,96	699,224
4	Bloom	43,68	470,167



5	Raviola	13,2	142,084
6	Malibo	13,2	142,084
7	Horli	16,72	179,973
8	Azola	16,72	179,973
9	Lina	15,2	163,611
10	Salwa	16,72	179,973
11	Izone	31,2	335,834
12	Paris	27,2	292,778
13	Love	15,2	163,611
14	Liana	15,2	163,611
15	Bella	33,44	359,945
16	35net	16,72	179,973
17	Jedd	42,56	458,112
18	Samsat	15,84	170,5
19	Elvis	15,2	163,611
20	Eravone	30,4	327,223
21	Faza	15,2	163,611
22	Zona 35	16,72	179,973
23	Koridor	1706,99	18373,887

Tabel 3.2 Luas Tenant pada Lantai IV Mall XYZ Kota Kediri

No	Tenant	Luas	
		(m ²)	(ft ²)
1	Sri Ratu Department Store	6526,268	70248,17

3.3.3.4 Temperatur Luar Gedung

Berdasarkan data-data yang diperoleh dari BMKG, kondisi umum untuk wilayah kota Kediri adalah sebagai berikut:

Tabel 3.3 Kondisi Udara Luar

Uraian	Keterangan
Temperatur udara luar	33°C
Relative Humidity (kelembaban relative)	71%



Sedangkan untuk ruangan didesain dengan temperatur udara 24°C dan kelembaban relatif sebesar 50 - 60% yang sesuai dengan comfort zone dari ASHRAE

Sedangkan pengambilan data pengunjung dan peralatan diambil pada kondisi terkini yaitu pada minggu ke dua – ke empat bulan Agustus 2015

3.4 Data Hasil Survey

Setelah dilakukan *survey* pada area perbelanjaan Gedung Mall XYZ kota Kediri, diperoleh data-data sebagai berikut:

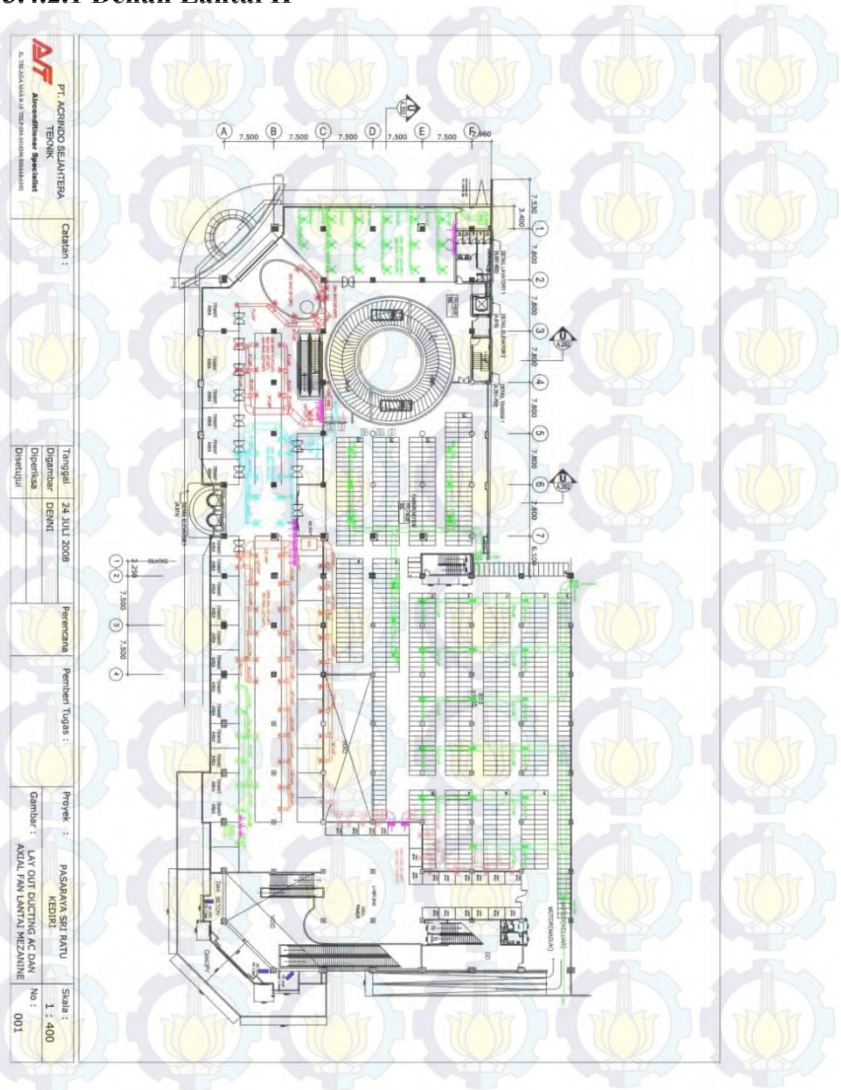
3.4.1 Data Umum

- Objek Penelitian : area perbelanjaan lantai II dan department store lantai IV
- Fungsi Gedung : Komersial
- Letak Geografis : 7°48'57,6" LS dan 112°01'07.5" BT.
- Warna Dinding : Light Color (cerah)
- Jenis Kaca : Single Glass(Tebal 1cm)
- Jarak Lantai -Atap : ±3,0 meter untuk lantai II dan ±4,0 meter untuk lantai IV
- Jam Kerja : 10.00-22.00 WIB

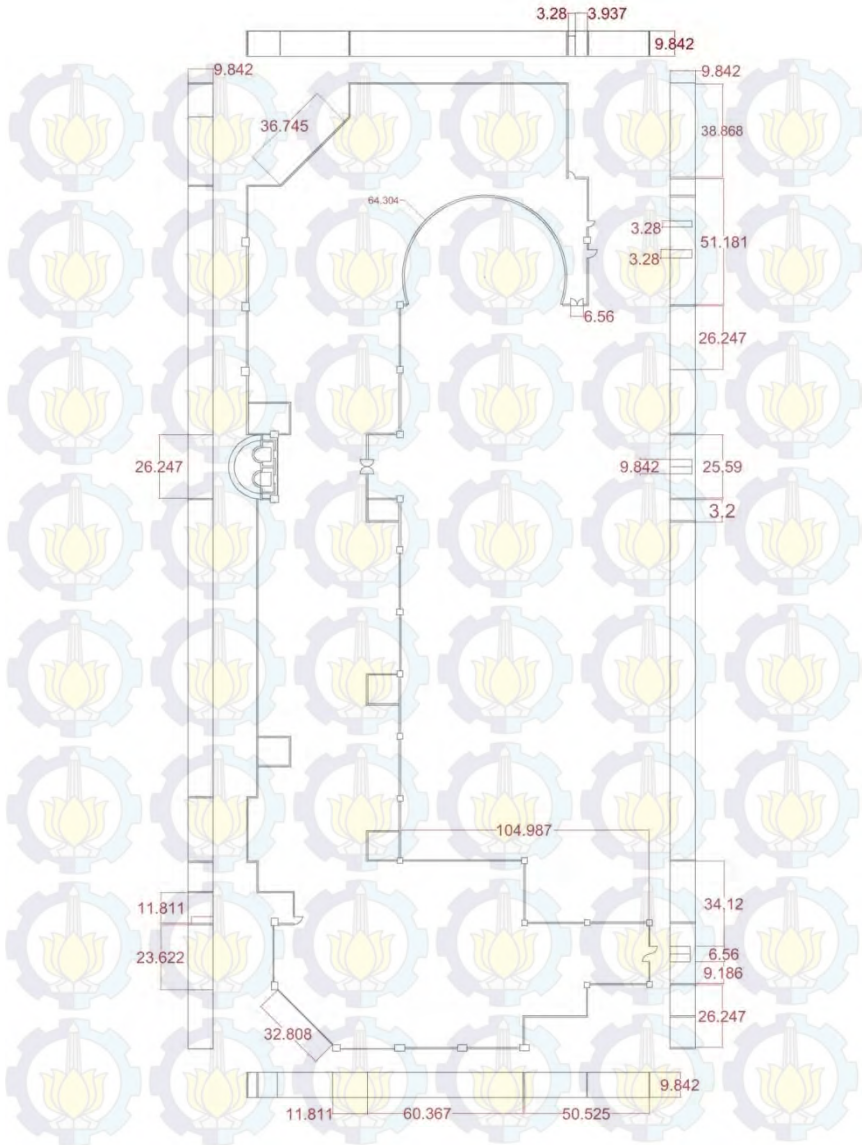


3.4.2 Denah

3.4.2.1 Denah Lantai II



Gambar 3.6 Denah Lantai II Mall XYZ Kediri

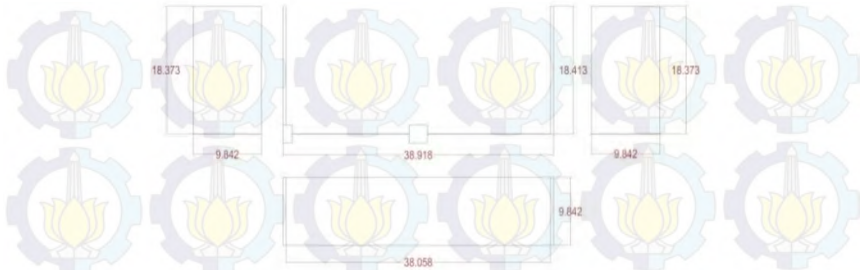


Gambar 3.7 Gambar Proyeksi Lantai II Mall XYZ Kediri

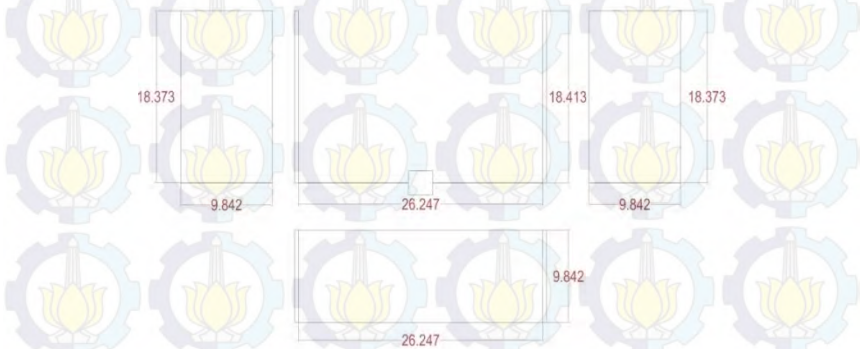


Gambar 3.8 Denah Tenant Buti

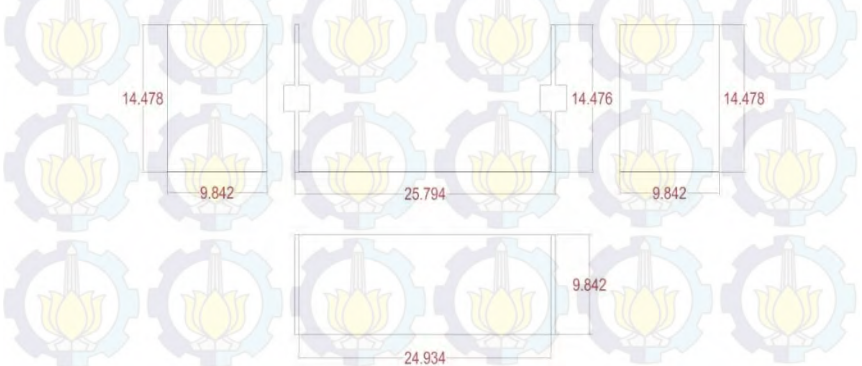
Gambar 3.9 Denah Tenant Mutiara



Gambar 3.10 Denah tenant Naughty



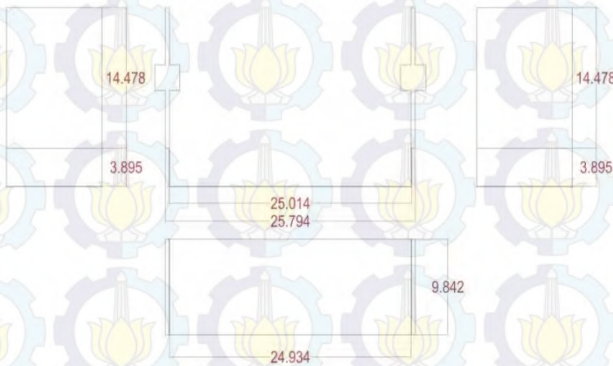
Gambar 3.11 Denah tenant Bloom



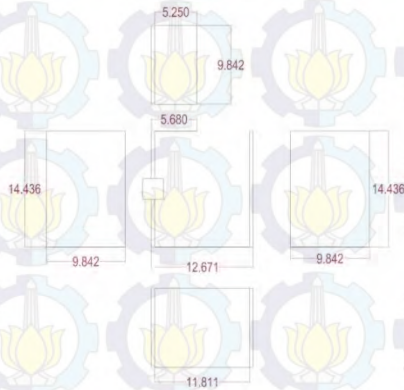
Gambar 3.12 Denah Tenant Bella



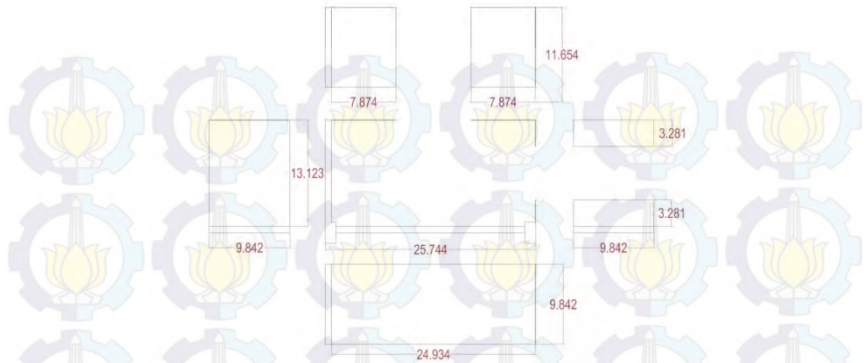
Gambar 3.13 Denah Tenant 35nett



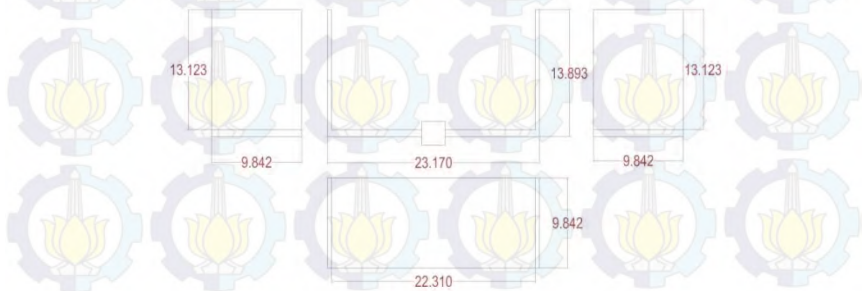
Gambar 3.14 Denah Tenant Jedd



Gambar 3.15 Denah Tenant Samsat



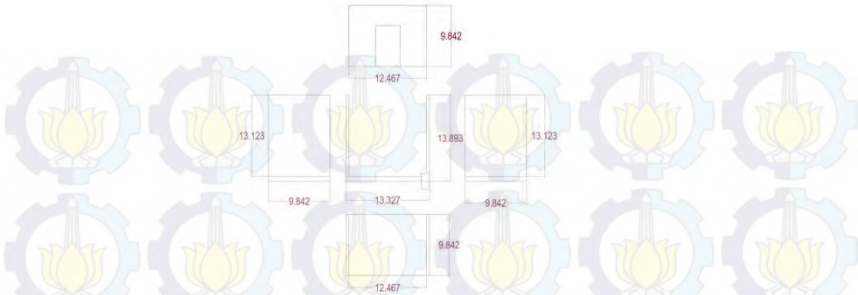
Gambar 3.16 Denah Tenant Izone



Gambar 3.17 Denah Tenant Paris



Gambar 3.18 Denah Tenant Love



Gambar 3.19 Denah Tenant Liana



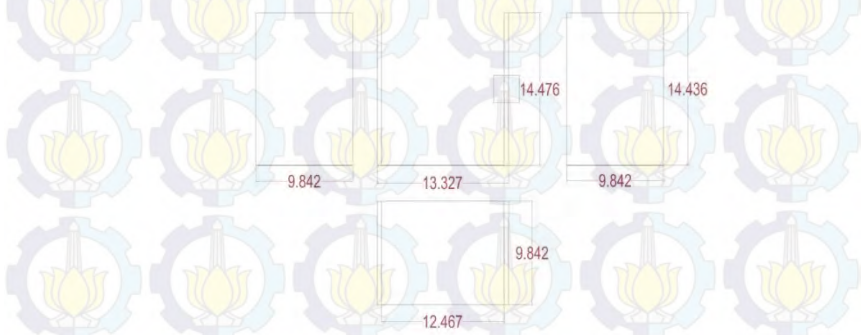
Gambar 3.20 Denah Tenant Reviola



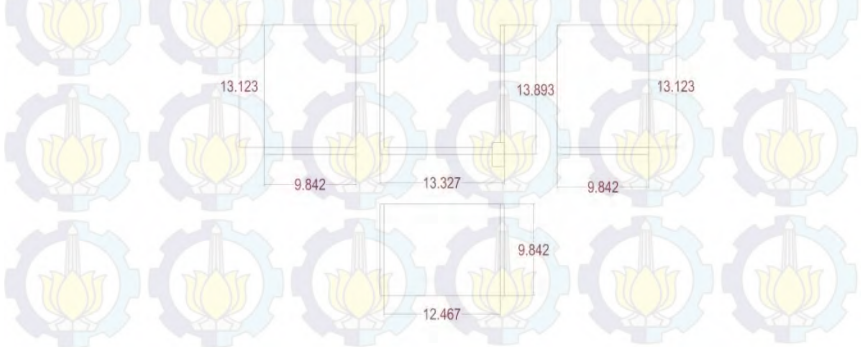
Gambar 3.21 Denah Tenant Malibo



Gambar 3.22 Denah Tenant Horli



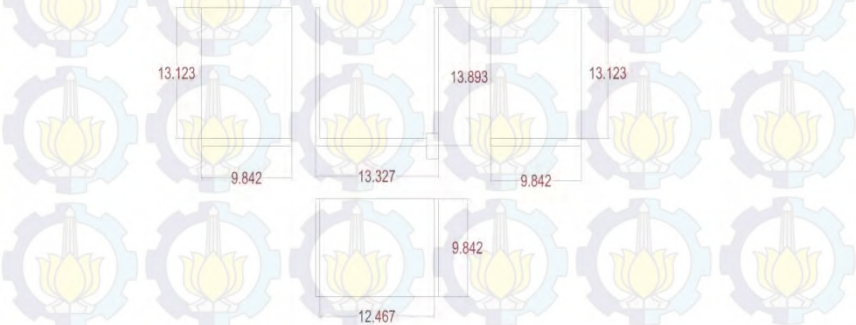
Gambar 3.23 Denah Tenant Azola



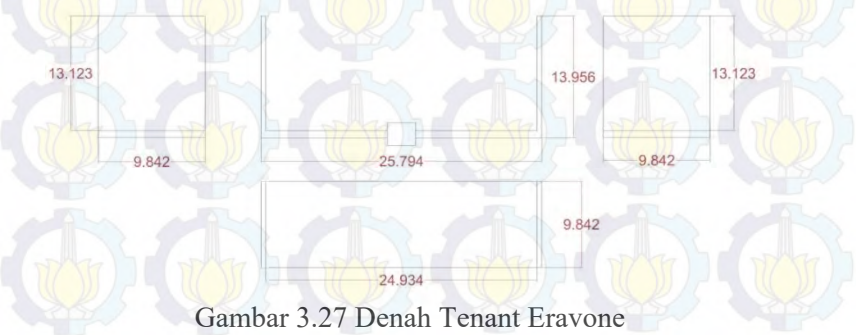
Gambar 3.24 Denah Tenant Lina



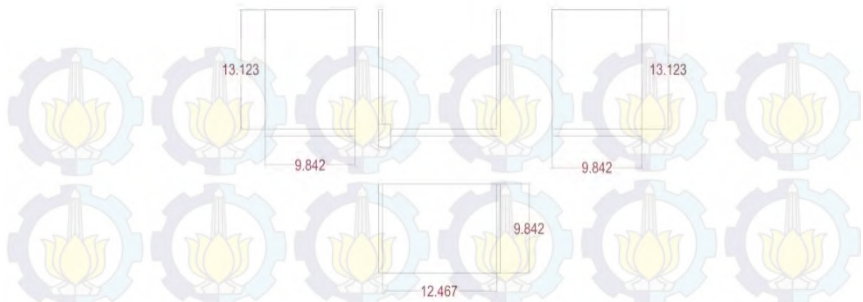
Gambar 3.25 Denah Tenant Salwa



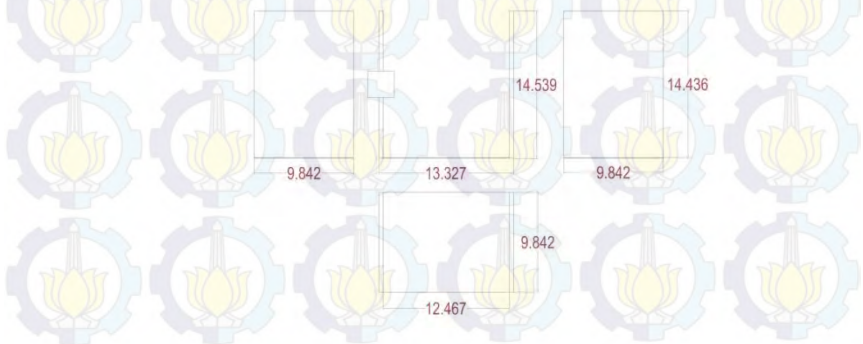
Gambar 3.26 Denah Tenant Elvis



Gambar 3.27 Denah Tenant Eravone



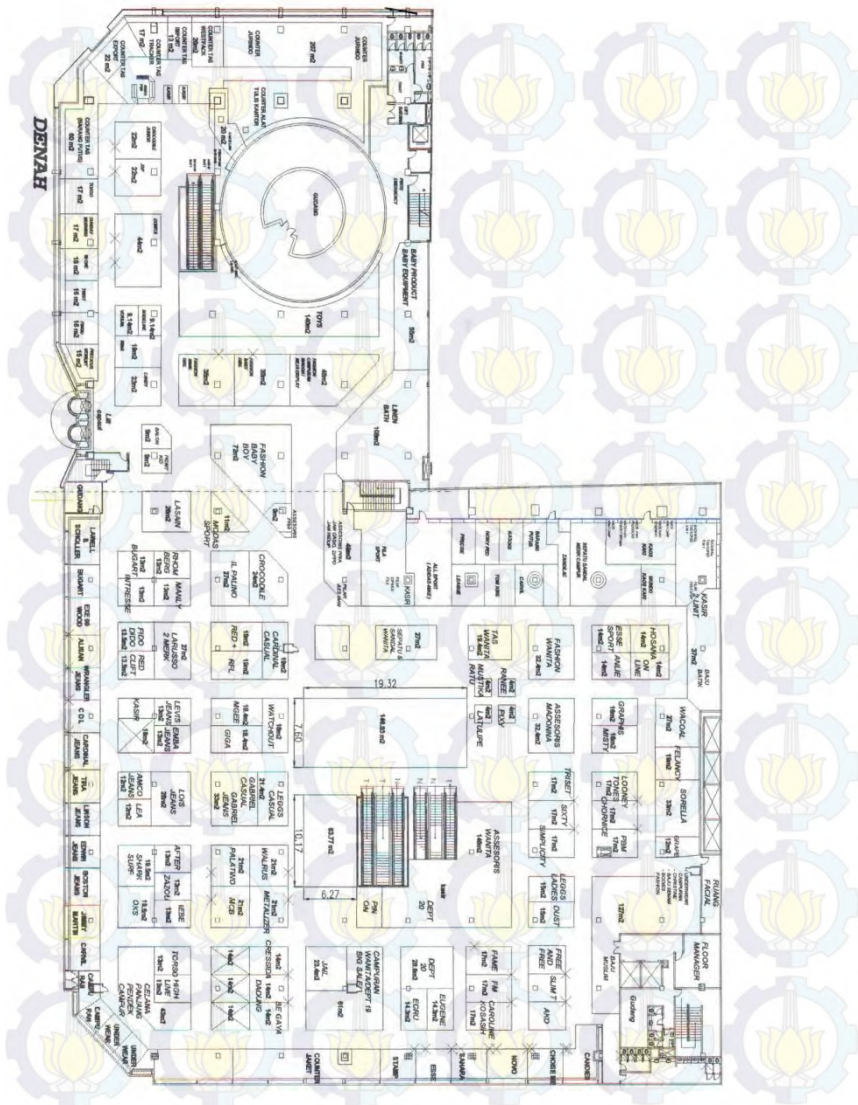
Gambar 3.28 Denah Tenant Faza



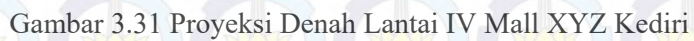
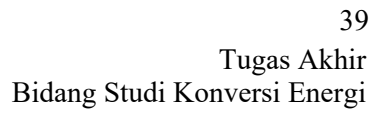
Gambar 3.29 Denah Tenant Zona 35



3.4.2.2 Denah Lantai IV



Gambar 3.30 Denah Lantai IV Mall XYZ kediri



Gambar 3.31 Proyeksi Denah Lantai IV Mall XYZ Kediri



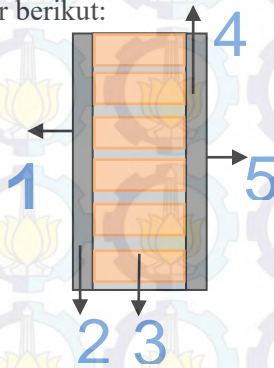
3.4.3 Data Konstruksi

3.4.3.1 Atap

Karena terletak pada lantai II dan lantai IV maka tidak ada atap yang terkena matahari.

3.4.3.2 Dinding

Jenis dinding pada gedung mall XYZ ada dua jenis, yakni jenis dinding D1 dan D2. Yang membedakan antara dinding D1 dan D2 hanya tebal dari bata yang digunakan. Konstruksi dinding seperti gambar berikut:



Gambar 3.32 Konstruksi Dinding D1 dan D2

Tabel 3.4 Konstruksi Bahan Dinding 1 (D1)

No.	Bahan	R (hr.ft ² .°F)/Btu
1	Outside surface resistance	0,17
2	Cement plaster, sand aggregate 0,6 in	0,12
3	Common brick 8 in	1,6
4	Cement plaster, sand aggregate 0,6 in	0,12
5	Inside surface resistance	0,68
TOTAL		2,69
Nilai U (Btu/hr.ft².°F)		0,372



Tabel 3.5 Konstruksi Bahan Dinding 2 (D2)

No.	Bahan	R (hr.ft ² .°F)/Btu
1	Inside surface resistance	0,68
2	Cement plaster, sand aggregate 0,6 in	0,12
3	Common brick 4in	0,8
4	Cement plaster, sand aggregate 0,6 in	0,12
5	Inside surface resistance	0,68
TOTAL		2,4
Nilai U (Btu/hr.ft ² .°F)		0,417

Luas dinding tiap tenant pada gedung mall XYZ Kediri sebagai berikut:

Tabel 3.6 Luas Dinding Tiap Tenant pada Lantai II Mall XYZ

N o	Tenant	Posi si	Panjan g (ft)	Tingg i (ft)	Luas Dinding (ft ²)	Jenis dinding
1	Buti	N	1,312	9,842	12,913	Kaca
		N	11,811	6,726	79,441	Kaca
		N	11,811	3,117	36,815	D1
		NW	31,496	9,842	309,984	Kaca
		W	23,622	9,842	232,488	Kaca
		W	15,748	9,842	154,992	D1
		E	85,302	9,842	839,542	Kaca
		S	38,058	9,842	374,566	D2
2	Mutiar	NE	1,312	9,842	12,912	Kaca
		N	22,310	9,842	219,575	Kaca
		E	18,373	9,842	180,827	Kaca
		S	22,310	9,842	219,575	D2
		W	18,373	9,842	180,827	D2
		N	38,058	9,842	374,567	Kaca



3	Naughty	E	18,373	9,842	180,827	D2
		S	38,058	9,842	374,567	
		W	18,373	9,842	180,827	D2
4	Bloom	N	26,247	9,842	251,867	Kaca
		E	18,373	9,842	180,827	D2
		S	26,247	9,842	251,867	
		W	18,373	9,842	180,827	D2
5	Bella	N	24,934	9,842	245,4	Kaca
		E	14,436	9,842	142,079	D2
		S	24,934	9,842	245,4	
		W	14,436	9,842	142,079	D2
6	35net	N	12,467	9,842	122,7	Kaca
		E	14,436	9,842	142,079	D2
		S	12,467	9,842	122,7	
		W	14,436	9,842	142,079	D2
7	Jedd	N	24,934	9,842	245,4	Kaca
		E	18,373	9,842	180,827	D2
		E	3,895	9,842	38,334	Kaca
		S	24,934	9,842	245,4	
		W	3,895	9,842	38,334	Kaca
		W	18,373	9,842	180,827	D2
8	Samsat	N	11,811	9,842	116,243	D1
		E	14,436	9,842	142,079	D2
		S	5,250	9,842	51,67	Kaca
		W	14,436	9,842	142,079	D2
9	Izone	N	15,748	9,842	154,912	Kaca
		E	6,562	9,842	64,583	Kaca
		S	24,934	9,842	251,867	D1
		W	13,123	9,842	129,156	D1
10	Paris	N	22,31	9,842	219,575	
		E	13,123	9,842	129,156	D2
		S	22,31	9,842	219,575	D1
		W	13,123	9,842	129,156	D2
		N	12,467	9,842	122,7	



11	Love	E	13,123	9,842	129,156	D2
		S	12,467	9,842	122,7	D1
		W	13,123	9,842	129,156	D2
12	Liana	N	8,53	9,842	83,952	Kaca
		N	3,937	3,28	12,913	Kaca
		E	13,123	9,842	129,156	D2
		S	12,467	9,842	122,7	D1
		W	13,123	9,842	129,156	D2
13	Raviola	N	9,842	9,842	96,865	Kaca
		E	8,514	9,842	83,794	D1
		E	5,918	9,842	58,245	Kaca
		S	4,921	9,842	48,432	Kaca
		W	14,436	9,842	142,079	
14	Malibo	N	9,842	9,842	96,865	Kaca
		E	14,436	9,842	142,079	D2
		S	9,842	9,842	96,865	
		W	14,436	9,842	142,079	D2
15	Horli	N	12,467	9,842	122,7	Kaca
		E	14,436	9,842	142,079	D2
		S	12,467	9,842	122,7	
		W	14,436	9,842	142,079	D2
16	Azola	N	12,467	9,842	122,7	Kaca
		E	14,436	9,842	142,079	D2
		S	12,467	9,842	122,7	
		W	14,436	9,842	142,079	D2
17	Lina	N	12,467	9,842	122,7	
		E	13,123	9,842	129,156	D2
		S	12,467	9,842	122,7	D1
		W	13,123	9,842	129,156	D2
18	Salwa	N	12,467	9,842	122,7	Kaca
		E	14,436	9,842	142,079	D2
		S	12,467	9,842	122,7	
		W	14,436	9,842	142,079	D2
		N	12,467	9,842	122,7	



19	Elvis	E	13,123	9,842	129,156	D2
		S	12,467	9,842	122,7	D1
		W	13,123	9,842	129,156	D2
20	Eravone	N	24,934	9,842	245,4	
		E	13,123	9,842	129,156	D2
		S	24,934	9,842	245,4	D1
		W	13,123	9,842	129,156	D2
21	Faza	N	12,467	9,842	122,7	
		E	13,123	9,842	129,156	D2
		S	12,467	9,842	122,7	D1
		W	13,123	9,842	129,156	D2
22	Zona 35	N	12,467	9,842	122,7	Kaca
		E	14,436	9,842	142,079	D2
		S	12,467	9,842	122,7	
		W	14,436	9,842	142,079	D2

Tabel 3.7 Luas Dinding Tiap Tenant pada Lantai IV Mall XYZ

No	Tenant	Posisi	Panjang (ft)	Tinggi (ft)	Luas Dinding (ft ²)	Jenis dinding
1	Sri Ratu Departmen Store	N	278,114	13,123	3649,690	D1
		NE	26,857	13,123	352,444	D1
		E	108,366	13,123	1422,087	D1
		S	226,303	13,123	2969,774	D1
		W	196,417	13,123	2577,580	D1
		NW	46,027	13,123	604,012	D1



3.4.3.3 Pintu

Di area lantai II terdapat pintu masuk Mall XYZ Kediri sebanyak 2 pintu. Kedua pintu merupakan pintu kaca yang dibuka secara manual.

Tabel 3.8 Luas Pintu Masuk pada Lantai II Mall XYZ Kediri

No.	Pintu	Luasan (ft ²)
1.	Pintu Tengah	80,729
2.	Pintu Barat	53,819
3	Pintu timur	53,819
4	Pintu Karyawan	26,909
5	Pintu Gudang 1	26,909
6	Pintu Gudang 2	26,909

3.4.4 Beban Ruangan

Beban ruangan yang dikondisikan adalah beban dari luar (eksternal) dan beban dari dalam (internal). Beban eksternal adalah beban kalor yang melalui dinding kaca, sedangkan beban internal adalah beban kalor dari orang, lampu, dan peralatan elektronik lainnya.

3.4.4.1. Beban Penghuni

Merupakan beban internal yang dihitung menurut jumlah pengunjung yang mendatangi Mall XYZ di Kediri. Beban penghuni dihitung dari jumlah pengunjung dan kegiatan yang dilakukan. Berikut adalah tabel pengunjung Mall XYZ Kediri

Tabel 3.9 Jumlah Pengunjung Rata-Rata untuk *Week day* dan *Week End* Tiap Tenant di Mall XYZ Kediri

No	Tenant	Pengunjung Weekdays			Pengunjung Weekends		
		11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	Buti	9	13	12	10	17	26
2	Mutiara	2	4	2	3	4	3
3	Naught	7	13	12	9	14	17



	y						
4	Bloom	4	7	6	6	8	10
5	Izone	4	8	7	5	8	10
6	Bella	4	8	6	5	8	9
7	35 net	3	5	5	4	6	7
8	Samsat	10	12	9	10	13	11
9	Paris	4	6	6	4	7	8
10	Love	3	5	6	4	7	8
11	Liana	3	4	4	4	6	8
12	Elvis	4	6	5	5	8	9
13	Eravone	5	7	6	5	9	10
14	Faza	3	5	4	3	6	7
15	Malibo	3	4	4	3	5	6
16	Salwa	3	5	4	3	6	7
17	Jade	5	9	7	6	9	11
18	Reviola	2	4	4	3	4	5
19	Horli	3	4	4	3	4	5
20	Azola	4	5	6	5	7	8
21	Lina	3	5	4	3	6	7
22	Zona 35	4	5	5	4	5	7
23	Sri Ratu Depart ment Sore	80	100	110	110	200	280
24	Koridor	70	100	90	75	150	180

3.4.4.2. Beban Lampu

Berikut adalah tabel jumlah lampu dan jenis lampu yang digunakan pada Mall XYZ di Kediri :



Tabel 3.10 Tabel Jumlah Lampu di Lantai II Mall XYZ di Kediri

No	Tenant	Jenis Lampu	Daya (Watt)	Lumen s	Jumlah Lampu
1	Buti	Krisbow LED tracklight	8	680	81
		Tornado downlight	24	1520	85
		Grille Downlight 3 pc/ LOT 20W	60	2400	40
2	Mutiara	Philip helix	32	2150	2
		Philip helix	42	2650	2
		Philip MHN TD	70	6200	1
3	Naught y	Tornado downlight	24	1520	30
		Philip LED	14	1400	15
4	Bloom	Tornado downlight	12	700	7
		Tornado downlight	24	1520	22
5	Izone	Philip plusline compact	100	1550	12
		Esensial downlight	14	810	6
6	Bella	Genie downlight ww	18	1100	20
		Philip plusline compact	100	1550	8
7	35 net	Tornado downlight	24	1520	4
		Tornado downlight	20	1200	8
8	Samsat	Panasonic cooldaylight	19	1250	4
		Genie downlight cdl	8	415	2
		Genie downlight cdl	5	235	2
9	Paris	Tornado downlight	24	1520	6
		Panasonic cooldaylight	22	1450	2
		Esensial downlight	23	1380	2



		Philip LED	12	1055	2
10	Love	Philip LED	12.5	1055	6
		Osram dulux star	16	827	5
11	Liana	Philip TL-D	36	2850	2
		Philip LED	9	906	2
		Tornado downlight	15	900	2
		Tornado downlight	20	1200	1
12	Elvis	Philip helix	42	2650	2
		Philip TL5	28	2000	2
		Philip TL mini	4	140	17
		Philip TL5	14	850	2
13	Eravone	Krisbow LED tracklight	8	680	4
		Genie downlight cdl	18	1050	8
		Tornado downlight	20	1200	2
14	Faza	Philip TL5	14	850	4
		Tornado downlight	12	700	4
		Genie downlight cdl	5	235	2
		Tornado downlight	24	1520	5
15	Malibo	Tornado downlight	24	1520	4
		Tornado downlight	20	1200	4
		Superdaylight nerolight	40	2400	1
		Philip TL5	21	1400	4
16	Salwa	Philip CDM TD	70	6000	2
		Tornado downlight	24	1520	3
		Tornado downlight	20	1200	6
17	Jade	Philip plusline compact	100	1550	11
		Esensial downlight	23	1380	18



18	Reviola	Philip TL5	14	1200	5
		Panasonic downlight	19	1250	6
19	Horli	Panasonic cooldaylight	19	1250	2
		Philip esensial	18	1020	4
20	Azola	Tornado cooldaylight	20	1200	2
		Tornado cooldaylight	12	700	4
21	Lina	Tornado cooldaylight	12	700	1
		Philip LED	7	600	1
		Philip esensial	14	810	3
22	Zona 35	Philip genie cooldaylight	5	235	2
		Philip genie cooldaylight	18	1050	2
		Panasonic cooldaylight	19	1250	2

Tabel 3.11 Tabel Jumlah Lampu Koridor Lantai II

No	Tenant	Jenis Lampu	Daya (Watt)	Lumen	Jumlah
1	Koridor	HPIT Indor	70	5800	9
		Philip Downlight	18		62
		Tusuk		1200	
		Tornado downlight	18	1050	57
		Halogen Mini	50	950	6
		RM 3 Neon 3x18	18	1350	66
		Philip Downlight	18		16
		Ulir Lilin		1050	
		Neon V shape 2x36	36	3350	68
		PLC Ulir Tornado 2x18	18	1200	12



Tabel 3.12 Tabel Jumlah Lampu di Lantai IV Mall XYZ di
Kediri

No	Tenant	Jenis Lampu	Daya (Watt)	Lumens	Jumlah Lampu
1	Sri Ratu Department Store	Philip Downlight 2x26w	52	1800	1432
		Lampu spot	75	4300	250
		Philip TLD	36	2850	150
		Philip TLD	18	1300	540

3.4.4.3 Beban Peralatan Elektronik

Berikut adalah peralatan elektronik yang digunakan tiap tenant Mall XYZ di Kediri yang merupakan beban internal :

Tabel 3.13 Jumlah Peralatan Elektronik yang Digunakan tiap tenant lantai II

No	Tenant	Peralatan Elektronik
1	Buti	Komputer(2),Telepon(1),Printer(1),Speaker(2)
2	Naughty	Komputer(1),Printer(1),Scanner(1)
3	Bloom	Komputer(1),Telepon(1),Printer(1)
4	Jedd	Speaker(1),DVD(1),Mesin kasir(1)
5	Samsat	Komputer(2),Printer(1),Scanner(1),
6	Izone	Komputer(1),Scanner(1)
7	Paris	Speaker(2),TV(1),DVD(1)
8	Love	Speaker(1),DVD(1)
9	Liana	Telepon(1),
10	Raviola	Komputer(1),Printer(1)
11	Malibo	Speaker(2),DVD(1)
12	Zona 35	Speaker(1),DVD(1)
13	Lina	Telepon(1)
14	Salwa	Tape(1)
15	Eravone	Komputer(1), telepon(1)
16	Faza	Tv(1),Speaker(1),DVD(1)
17	Koridor	Komputer(4),Speaker(7),DVD(3)



Tabel 3.14 Jumlah peralatan elektronik yang digunakan pada tenant lantai IV

No	Tenant	Peralatan Elektronik
1	Sri Ratu department Store	Komputer(8), Telepon(5),DVD(1),Speaker(22)

3.5 Metode Penelitian

3.5.1 Sistem penerangan

Data yang dibutuhkan untuk mengevaluasi sistem penerangan adalah sebagai berikut:

a. Ruang

Data yang dibutuhkan yaitu jenis ruang, ukuran panjang, lebar, dan tinggi ruangan, jarak penempatan lampu dengan bidang kerja. Data diperoleh dengan pengukuran.

b. Dinding, atap dan lantai

Data yang dibutuhkan adalah warna dinding, atap dan lantai. Data diperoleh dengan pengamatan.

c. Lampu

Data yang dibutuhkan antara lain spesifikasi lampu, daya dan jumlah lampu. Data diperoleh dengan pengamatan langsung.

3.5.2 Sistem pendinginan

Sesuai dengan dasar teori yang telah dibahas, beban pendinginan berasal dari bermacam - macam sumber. Untuk itu dibutuhkan beberapa data dimana data - data tersebut digunakan untuk proses perhitungan. Berikut ini akan dijelaskan masing – masing sumber yang berpengaruh terhadap beban pendinginan.

a. Manusia

Data yang diperlukan adalah jumlah orang dan aktivitas yang dilakukan dalam satu ruangan. Data diperoleh dari pihak manajemen.



b. Lampu

Data yang diperlukan adalah daya total dari lampu yang digunakan dalam satu ruangan. Untuk memperoleh data tersebut dapat dilakukan dengan pengamatan langsung.

c. Dinding

Data yang diperlukan adalah material dinding, ketebalan dinding, luasdinding, posisi dinding. Data ini diperoleh dengan pengukuran langsung dan komunikasi dua arah dengan pihak manajemen.

d. Lantai

Data yang diperlukan adalah material lantai, luasan lantai dan ketebalan lantai. Data ini diperoleh dengan pengamatan langsung dan komunikasi dua arah dengan pihak manajemen.

e. Atap

Data yang diperlukan adalah material dari atap dan ketebalannya. Data diperoleh dengan komunikasi dua arah dengan pihak manajemen.

f. Jendela

Data yang diperlukan adalah posisi jendela, tipe kaca, dan luasan jendela. Data ini dapat diperoleh dari hasil pengamatan langsung dan juga pengukuran.

g. Infiltrasi

Data yang diperlukan adalah perbedaan temperatur antara didalam gedung dan luar gedung. Data ini diperoleh dari hasil pengukuran dengan menggunakan termometer.

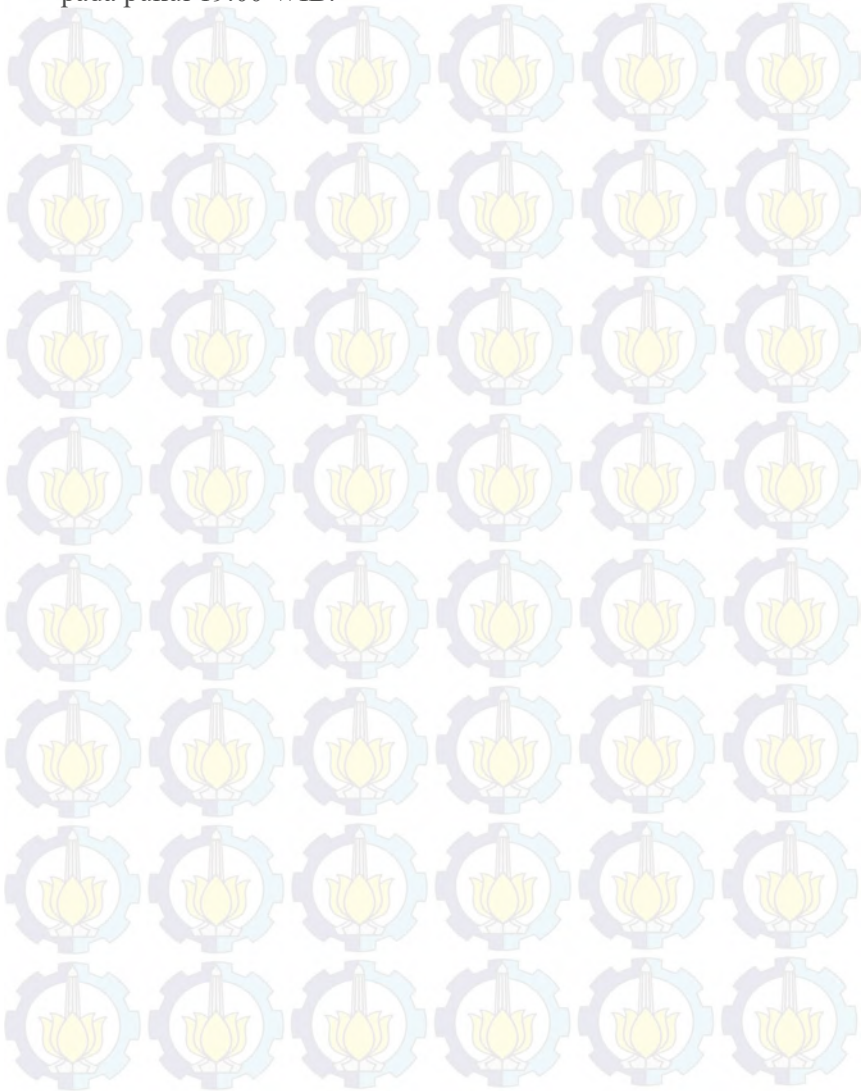
h. Ventilasi

Data yang diperlukan adalah jumlah udara di dalam gedung dan diluar gedung, kelembapan udara di dalam maupun di luar gedung. Data ini diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan higrometer.

Tingkat pendinginan untuk sistem pengkondisian udara di Mall XYZ dibagi menjadi 3 berdasarkan beban pendinginan yang berbeda tiap hari dan tiap jamnya. Oleh karena itu dibuat 3 skenario untuk menghitung beban pendinginannya, yakni beban



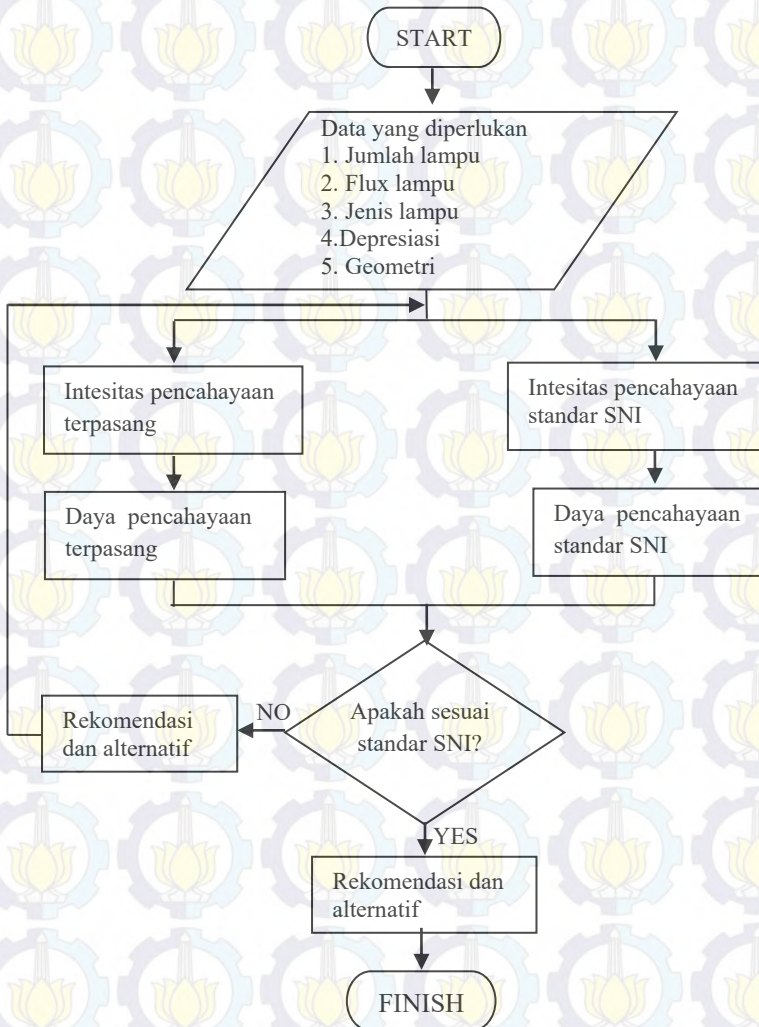
pada pukul 11.00 WIB, beban pada pukul 15.00 WIB, dan beban pada pukul 19.00 WIB.





3.6 Diagram Alir Perhitungan

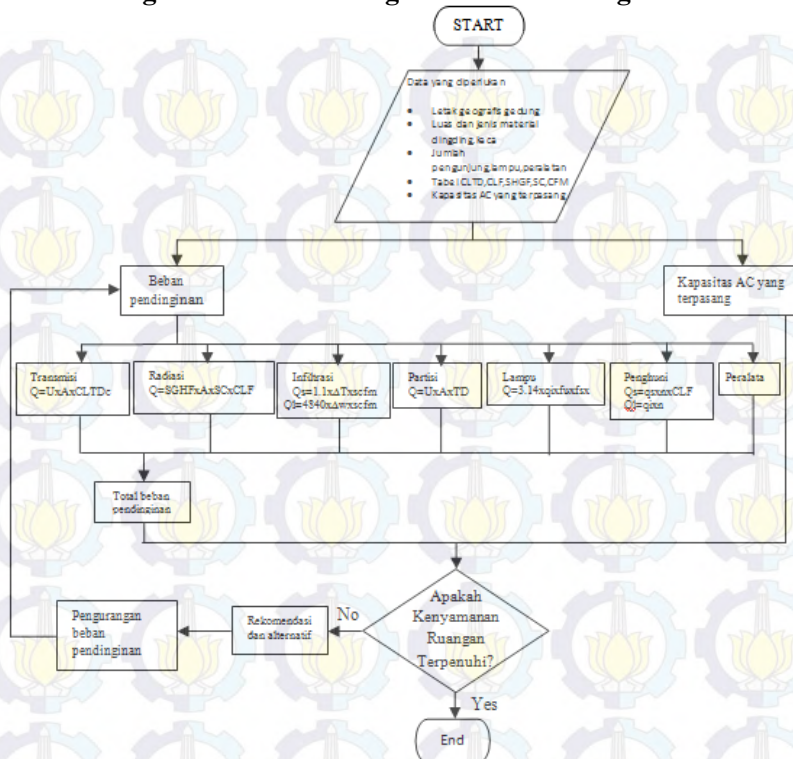
3.6.1 Diagram Alir Perhitungan Sistem Penerangan



Gambar 3.9 Diagram alir perhitungan sistem penerangan



3.6.2 Diagram Alir Perhitungan Sistem Pendinginan



Gambar 3.10 Diagram alir perhitungan sistem pendinginan



(Halaman ini sengaja dikosongkan)



BAB IV

PERHITUNGAN DAN ANALISA

4.1 Analisa Sitem Penerangan

4.1.1 Intensitas dan Daya Pencahayaan Standar

Standar intensitas pencahayaan menggunakan standar SNI 03-6197-2000 dan bergantung dengan fungsi ruang. Ruang pada lantai II dan IV mall XYZ di Kediri diperuntukan antara lain untuk toko barang kulit dan sepatu, toko pakaian, aksesoris dll. Adapun nilai intensitas pencahayaan rata-rata standar untuk beberapa fungsi ruang ditunjukkan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.1 Tingkat Pencahayaan rata-rata Standar sesuai SNI 03-6197-2000

Fungsi Ruang	Tingkat Pencahayaan (Lux)
Ruang pameran dengan obyek berukuran besar (misalnya mobil)	500
Toko perhiasan, arloji	500
Toko barang kulit dan sepatu	500
Toko pakaian	500
Ruang Kantor	350

Daya pencahayaan maksimum menggunakan standar SNI 03-6197-2000. Berikut adalah tabel daya pencahayaan maksimum menurut standar SNI untuk beberapa fungsi ruang.

Tabel 4.2 Daya Pencahayaan Maksimum Menurut SNI

Fungsi Ruang	Tingkat Pencahayaan (W/m ²)
Kantor atau Industri	15
Rumah	Tidak melebihi 10
Toko	20 – 40
Hotel	10 – 30
Sekolah	15 – 30
Rumah Sakit	10 – 30

4.1.2 Perbandingan Nilai Intensitas Pencahayaan

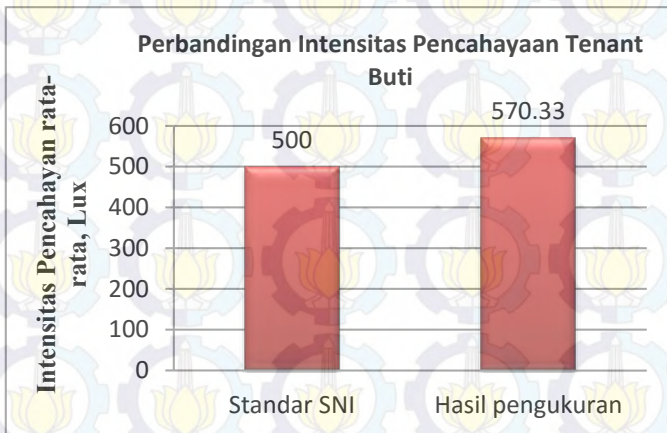
Intensitas pencahayaan pada tenant-tenant lantai II diukur pada tiga titik di tenant yang kira-kira dilewati pengunjung.



Sedangkan pada lantai IV dilakukan pengukuran pada 34 titik dan hasil pengukurannya dirata-rata. Untuk contoh perbandingan intensitas pencahayaan pada tenant Buti. Hasil pengukuran untuk penerangan pada tenant Buti di Lantai II Mall XYZ Kediri menunjukkan nilai intensitas pencahayaan hasil pengukuran mempunyai nilai yang lebih tinggi daripada nilai intensitas pencahayaan berdasarkan standar SNI untuk toko pakaian. Adapun perbandingan nilai intensitas pencahayaan berdasarkan standar SNI dan hasil pengukuran untuk tenant Buti pada Mall XYZ Kediri ditunjukkan pada tabel 4.3 sebagai berikut:

Tabel 4.3 Perbandingan Intensitas Pencahayaan Tenant Buti

No.	Tenant	Intensitas Pencahayaan rata-rata E, lux	
		Estandar SNI	Epengukuran
1	Buti	500	570,33



Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Intensitas Pencahayaan Tenant Buti

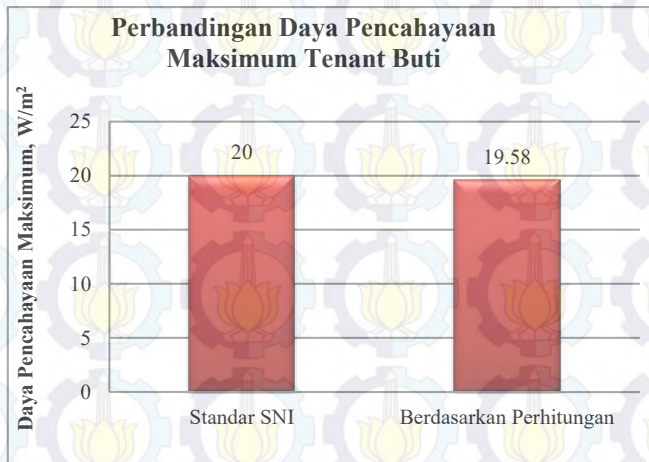
Berdasarkan grafik perbandingan nilai intensitas pencahayaan di atas dapat diketahui bahwa dari hasil pengukuran di lapangan, intensitas pencahayaan pada sistem penerangan



tenant Buti pada Mall XYZ Kediri sudah memenuhi kenyamanan sesuai standar SNI untuk toko pakaian yaitu minimal 500 Lux.

4.1.3 Perbandingan Daya Pencahayaan Maksimum

Daya pencahayaan maksimum merupakan perbandingan antara total daya dengan luasan tenant. Hasil perhitungan daya pencahayaan maksimum pada tenant Buti menunjukkan nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan daya pencahayaan maksimum berdasarkan standar SNI untuk toko (*store*). Adapun perbandingan daya pencahayaan maksimum berdasarkan perhitungan dan standar SNI untuk toko adalah sebagai berikut:



Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Daya Pencahayaan Maksimum Tenant Buti

Berdasarkan gambar 4.2 grafik perbandingan daya pencahayaan maksimum dapat diketahui bahwa konsumsi energi pada sistem penerangan Tenant Buti sudah sesuai standar SNI untuk toko (*store*) yaitu 20 W/m².



4.1.4 Analisa Sistem Penerangan pada Tenant-Tenant Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri

4.1.4.1 Hasil Intensitas Pencahayaan

Setelah dilakukan pengukuran untuk sistem penerangan pada lantai II dan IV mal XYZ di Kediri, maka hasil intensitas pencahayaan dari tiap tenant adalah sebagai berikut:

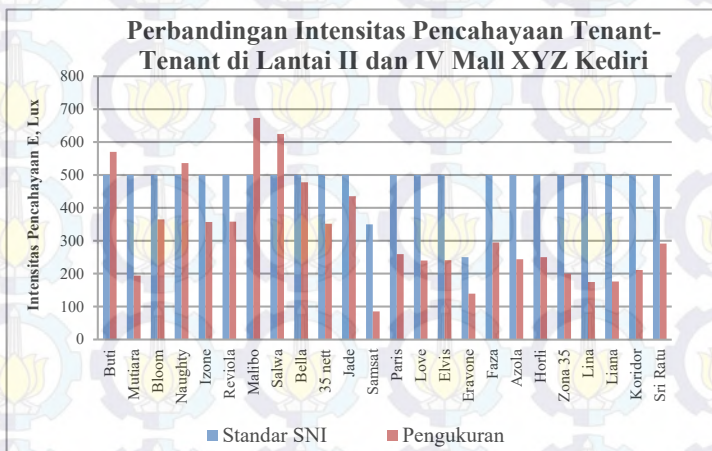
Tabel 4.4 Perbandingan Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya dengan Standar SNI

No	Tenant	Intensitas Pencahayaan E,lux		Kenyamanan
		Standar SNI	Pengukuran	
1	Buti	500	570,33	Sudah
2	Mutiara	500	194,33	Belum
3	Bloom	500	365	Belum
4	Naughty	500	536	Sudah
5	Izone	500	357	Belum
6	Reviola	500	358,33	Belum
7	Malibo	500	673,33	Sudah
8	Salwa	500	624,67	Sudah
9	Bella	500	477,67	Belum
10	35 nett	500	351,67	Belum
11	Jade	500	435,67	Belum
12	Samsat	350	85	Belum
13	Paris	500	259,33	Belum
14	Love	500	240	Belum
15	Elvis	500	241	Belum
16	Eravone	250	139	Belum
17	Faza	500	295	Belum
18	Azola	500	243,67	Belum
19	Horli	500	250	Belum



20	Zona 35	500	200	Belum
21	Lina	500	174,67	Belum
22	Liana	500	176	Belum
23	Koridor	500	211	Belum
24	Sri Ratu	500	291,38	Belum

Berdasarkan tabel 4.4 dapat diketahui kenyamanan sistem penerangan dengan membandingkan nilai intensitas pencahayaan menggunakan alat ukur dengan nilai intensitas pencahayaan yang sesuai dengan standar SNI. Adpaun grafik perbandingan nilai intensitas pencahayaan pada Tenant di Lantai II dan IV mall XYZ Kediri adalah sebagai berikut:



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Intensitas Pencahayaan tenant-tenant di Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri

Dari gambar 4.3 dapat disimpulkan bahwa hanya beberapa tenant yang sistem pencahayaannya sudah nyaman sesuai dengan standar SNI. Hanya ada empat tenant yang sudah sesuai dengan standar SNI 03-6197-2000 yaitu Buti, Naughty, Malibo dan Salwa. Sedangkan sisanya yakni sembilan belas tenant lainnya belum memenuhi standar SNI 03-



6197–2000. Ruangan yang belum memenuhi standar pencahayaan SNI 03–6197–2000 akan menyebabkan ketidaknyamanan bagi pengunjung sehingga perlu dilakukan peningkatan nilai intensitas pencahayaan.

4.1.4.2 Daya Pencahayaan Maksimum

Analisa daya pencahayaan maksimum dilakukan dengan membandingkan antara daya pencahayaan maksimum standar pencahayaan berdasarkan SNI dengan daya pencahayaan secara teori (perhitungan). Adapun hasil perhitungan daya pencahayaan maksimum dari tiap tenant di Lantai II dan IV mall XYZ Kediri ditunjukkan pada tabel 4.5 berikut.

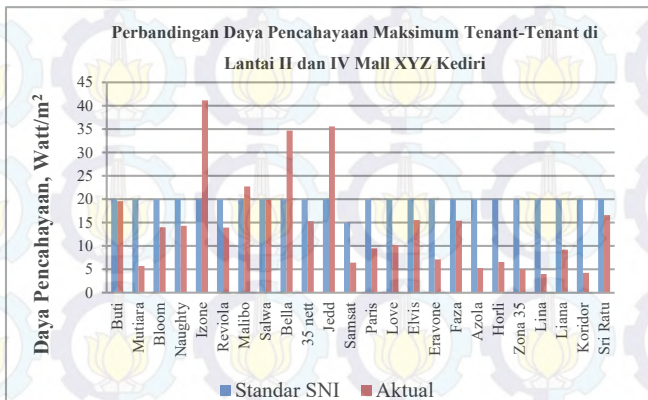
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Daya Pencahayaan Maksimum Tiap Tenant di Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri

No	Tenant	Daya Pencahayaan Maksimum, W/m ²	
		Standar SNI	Aktual
1	Buti	20	19,58
2	Mutiara	20	5,72
3	Bloom	20	14,01
4	Naughty	20	14,31
5	Izone	20	41,15
6	Reviola	20	13,94
7	Malibo	20	22,72
8	Salwa	20	19,85
9	Bella	20	34,68
10	35 nett	20	15,31
11	Jedd	20	35,57
12	Samsat	15	6,44
13	Paris	20	9,48
14	Love	20	10,19



15	Elvis	20	15,53
16	Eravone	20	7,11
17	Faza	20	15,39
18	Azola	20	5,26
19	Horli	20	6,57
20	Zona 35	20	5,02
21	Lina	20	4,01
22	Liana	20	9,21
23	Koridor	20	4,22
23	Sri Ratu	20	16,6

Berdasarkan hasil perhitungan daya pencahayaan maksimum untuk tenant-tenant di Lantai II dan IV mall XYZ Kediri dapat diketahui peluang penghematan sistem penerangan yaitu dengan cara membandingkan nilai daya pencahayaan standar SNI dengan nilai daya pencahayaan teori (perhitungan). Dimana nilai daya standar SNI menjadi acuan untuk menyatakan peluang penghematan sistem penerangan. Berikut adalah grafik perbandingan nilai daya pencahayaan maksimum tenant-tenant yang ada di Lantai II dan IV mall XYZ Kediri.



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Daya Pencahayaan Maksimum Tenant-Tenant di Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri



Dari gambar 4.4 grafik perbandingan daya pencahayaan maksimum tenant-tenant yang ada di Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri dapat disimpulkan bahwa hanya empat tenant yang konsumsi dayanya melebihi standar SNI. Adapun tenant yang melebihi standar SNI adalah tenant Izone, Malibo, Bella dan Jedd. Sedangkan tenant yang lain sudah sesuai dengan batas maksimum konsumsi daya menurut standar SNI yaitu untuk toko (*store*) yaitu 20 W/m^2 dan 15 W/m^2 untuk kantor.

4.1.4.3 Kenyamanan dan Kehematan Daya Tiap Tenant Mall XYZ Kediri

Hasil perhitungan dan analisa sistem penerangan pada tenant-tenant di Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri ditunjukkan dari tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.6 Hasil Analisa Sistem Penerangan pada tenant-tenant di Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri

No	Tenant	Kenyamanan Intensitas Pencahayaan	Hemat Daya Pencahayaan
1	Buti	Sudah	Sudah
2	Mutiara	Belum	Sudah
3	Bloom	Belum	Sudah
4	Naughty	Sudah	Sudah
5	Izone	Belum	Belum
6	Reviola	Belum	Sudah
7	Malibo	Sudah	Belum
8	Salwa	Sudah	Sudah
9	Bella	Belum	Belum
10	35 nett	Belum	Sudah
11	Jedd	Belum	Belum



12	Samsat	Belum	Sudah
13	Paris	Belum	Sudah
14	Love	Belum	Sudah
15	Elvis	Belum	Sudah
16	Eravone	Belum	Sudah
17	Faza	Belum	Sudah
18	Azola	Belum	Sudah
19	Horli	Belum	Sudah
20	Zona 35	Belum	Sudah
21	Lina	Belum	Sudah
22	Liana	Belum	Sudah
23	Koridor	Belum	Sudah
24	Sri Ratu	Belum	Sudah

Berdasarkan tabel 4.6 diatas dapat disimpulkan bahwa hanya beberapa tenant yang telah memenuhi standar kenyamanan intensitas pencahayaan dan hemat daya pencahayaan berdasarkan Standar SNI 03–6197–2000. Tenant tersebut adalah Buti,Naughty dan Salwa.

4.1.5 Rekomendasi Sistem Penerangan

4.1.5.1 Daya Total Lampu Pada Tenant-Tenant di Lantai Ground Mall XYZ Kediri Aktual

Untuk memberikan rekomendasi untuk kenyamanan intensitas penerangan dan peluang penghematan maka kita harus mengetahui kondisi aktual dari tenant-tenant di lantai II dan IV mall XYZ Kediri. Berikut lampu-lampu yang digunakan pada lantai II dan IV mall XYZ Kediri beserta daya total dan lumennya:



Tabel 4.7 Tabel Jumlah Lampu di Lantai II dan IV Mall XYZ di Kediri

No	Tenant	Lampu Saat Ini				
		Jenis Lampu	Daya (Watt)	Lumens (lumen)	Jumlah Lampu	Daya Total (Watt)
1	Buti	Krisbow LED tracklight	8	680	81	648
		Tornado downlight	24	1520	85	2040
		Grille Downlight 3 pc/ LOT 20W	60	2400	40	2400
2	Mutiarra	Philip helix	32	2150	2	64
		Philip helix	42	2650	2	84
		Philip MHN TD	70	6200	1	70
3	Naughty	Tornado downlight	24	1520	30	720
		Philip LED	14	1400	15	210
4	Bloom	Tornado downlight	12	700	7	84
		Tornado downlight	24	1520	22	528
5	Izone	Philip plusline compact	100	1550	12	1200
		Esensial downlight	14	810	6	84
6	Bella	Genie downlight ww	18	1100	20	360
		Philip plusline compact	100	1550	8	800
7	35 net	Tornado downlight	24	1520	4	96
		Tornado downlight	20	1200	8	160
8	Samsat	Panasonic cooldaylight	19	1250	4	76
		Genie downlight cdl	8	415	2	16
		Genie downlight cdl	5	235	2	10
9	Paris	Tornado downlight	24	1520	6	144
		Panasonic cooldaylight	22	1450	2	44
		Esensial downlight	23	1380	2	46



		Philip LED	12	1055	2	24
10	Love	Philip LED	12.5	1055	6	75
		Osram dulux star	16	827	5	80
11	Liana	Philip TL-D	36	2850	2	72
		Philip LED	9	906	2	18
		Tornado downlight	15	900	2	30
		Tornado downlight	20	1200	1	20
12	Elvis	Philip helix	42	2650	2	84
		Philip TL5	28	2000	2	56
		Philip TL mini	4	140	17	68
		Philip TL5	14	850	2	28
13	Eravone	Krisbow LED tracklight	8	680	4	32
		Genie downlight cdl	18	1050	8	144
		Tornado downlight	20	1200	2	40
14	Faza	Philip TL5	14	850	4	56
		Tornado downlight	12	700	4	48
		Genie downlight cdl	5	235	2	10
		Tornado downlight	24	1520	5	120
15	Malibo	Tornado downlight	24	1520	4	96
		Tornado downlight	20	1200	4	80
		Superdaylight nerolight	40	2400	1	40
		Philip TL5	21	1400	4	84
16	Salwa	Philip CDM TD	70	6000	2	140
		Tornado downlight	24	1520	3	72
		Tornado downlight	20	1200	6	120
17	Jade	Philip plusline compact	100	1550	11	1100
		Philip esensial	23	1380	18	414
18	Reviola	Philip TL5	14	1200	5	70



		Panasonic downlight	19	1250	6	114	
19	Horli	Panasonic cooldaylight	19	1250	2	38	
		Philip esensial	18	1020	4	72	
20	Azola	Tornado cooldaylight	20	1200	2	40	
		Tornado cooldaylight	12	700	4	48	
21	Lina	Tornado cooldaylight	12	700	1	12	
		Philip LED	7	600	1	7	
		Philip esensial	14	810	3	42	
22	Zona 35	Philip genie cooldaylight	5	235	2	10	
		Philip genie cooldaylight	18	1050	2	36	
		Panasonic cooldaylight	19	1250	2	38	
23	Koridor	HPIT Indor	70	5800	9	630	
		Philip Downlight Tusuk	18	1200	62	1116	
		Tornado Downlight	18	1050	57	1026	
		Halogen Mini	50	950	6	300	
		RM 3 Neon 3x18	18	1350	66	1188	
		Philip Downlight Ulir Lilin	18	1050	16	288	
		Neon V shape 2x36	36	3350	68	2448	
		PLC Ulir Tornado 2x18	18	1200	12	216	
24	Sri Ratu Departm ent Store	Philip Downlight 2x26w	52	1800	1432	74464	
		Lampu spot	75	4300	250	18750	
		Philip TLD	36	2850	150	5400	
		Philip TLD	18	1300	540	9720	
		Total					129108



4.1.5.2 Daya Total Lampu Pada Tenant-Tenant di Lantai Ground Mall XYZ Kediri Rekomendasi

Hanya beberapa tenant yang telah memenuhi standar kenyamanan intensitas pencahayaan dan hemat daya pencahayaan berdasarkan Standar SNI 03–6197–2000. Tenant tersebut adalah Buti, Naughty dan Salwa. Untuk ruangan yang belum memenuhi standar maka diberikan rekomendasi untuk mengganti lampu yang digunakan oleh tenant-tenant tersebut dengan menggunakan lampu LED untuk meningkatkan intensitas pencahayaan namun menurunkan daya pencahayaan. Sehingga didapatkan tenant yang mempunyai intensitas pencahayaan sesuai standar dan hemat daya. Pergantian tipe lampu dilakukan dengan mengganti lampu lama dengan lampu baru yang memiliki jenis atau bentuk yang sama. Berikut adalah daftar pergantian lampu sesuai dengan tipe/jenisnya:

Tabel 4. 8 Data Pergantian tipe lampu

No	Tipe Lampu Lama	Tipe Lampu Pengganti
1	Tornado downlight	LED Downlight
2	Esensial downlight	
3	Genie downlight ww	
4	Panasonic cooldaylight	
5	Genie downlight cdl	
6	Philip Downlight 2x26w	
7	PLC Ulir Tornado 2x18	
8	Philip Downlight Ulir Lilin	
9	Philip Downlight Tusuk	
10	Panasonic cooldaylight	Philip LED Bulb
11	Tornado cooldaylight	
12	Philip esensial	
13	Philip genie cooldaylight	
14	Philip TLD	Master TL5 HE
15	Neon V shape 2x36	
16	RM 3 Neon 3x18	Nairo LED Floodlight
17	HPIT Indor	
18	Philip MHN TD	Nairo LED Floodlight
19	Nairo LED Floodlight	
20	Lampu spot	Adjustable led spot
21	Krisbow LED tracklight	



22	Grille Downlight 3 pc/ LOT 20W	Twin HP Downlight	LED
----	--------------------------------	-------------------	-----

Sedangkan rekomendasi yang penulis berikan untuk mencapai standar yang berdasarkan standar SNI 03-6197-2000 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 9 Daya Total dan Jenis Lampu yang Direkomendasikan untuk Tenant di Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri

No	Tenant	Lampu Rekomendasi				
		Jenis Lampu	Daya (Watt)	Lumen (lumen)	Jumlah Lampu	Daya Total (Watt)
1	Buti	Twin HP LED Downlight	51,8	4900	21	1087,8
		LED Downlight	17,5	2000	45	787,5
		Adjustable led spot	16,5	2000	54	891
2	Mutiarra	Midi LED Downlight	26	3000	9	234
		Nairo LED Floodlight	58,4	5890	2	116,8
3	Naughty	LED Downlight	17,5	2000	33	577,5
4	Bloom	LED Downlight	17,5	2000	22	385
5	Izone	LED Downlight	17,5	2000	6	105
		Nairo LED Floodlight	58,4	5890	4	233,6
6	Bella	LED Downlight	17,5	2000	12	210
		Nairo LED Floodlight	58,4	5890	2	116,8
7	35 net	Phillip LED Bulb	13	1400	8	104
8	Samsat	LED Downlight	17,5	2000	3	52,5
9	Paris	LED Downlight	17,5	2000	7	122,5
10	Love	LED Downlight	17,5	2000	4	70
11	Liana	LED Downlight	17,5	2000	4	70
		Master TL5 HE	21	1900	2	42
12	Elvis	LED Downlight	17,5	2000	2	35
		Master TL5 HE	21	1900	1	21



		Master TL5 HE	14	1200	1	14
		Philip TL mini	4	140	12	48
13	Eravone	LED Downlight	17,5	2000	3	52,5
		Adjustable led spot	16,5	2000	2	33
14	Faza	Phillip LED Bulb	13	1400	6	78
		Master TL5 HE	14	1200	2	28
15	Malibo	Phillip LED Bulb	18	2000	2	36
		Master TL5 HE	21	1900	2	42
16	Salwa	LED Downlight	17,5	2000	2	35
		Nairo LED Floodlight	58,4	5890	1	58,4
17	Jade	LED Downlight	17,5	2000	6	105
		Nairo LED Floodlight	58,4	5890	2	116,8
18	Reviola	LED Downlight	17,5	2000	2	35
		Master TL5 HE	12	1400	2	24
19	Horli	Phillip LED Bulb	13	1400	6	78
20	Azola	Phillip LED Bulb	13	1400	6	78
21	Lina	Phillip LED Bulb	18	2000	4	72
22	Zona 35	Phillip LED Bulb	13	1400	6	78
		Nairo LED Floodlight	58,4	5890	9	525,6
23	Koridor	LED Downlight	17,5	2000	110	1925
		Mini Gimbal LED	10,5	1030	6	63
		Master TL5 HE	21	1900	198	4158
		Master TL5 HE	35	3300	68	2380
24	Sri Ratu Departm ent Store	LED Downlight	17,5	2000	1050	18375
		Adjustable led spot	16,5	2000	240	3960
		Master TL5 HE	14	1200	540	7560
		Master TL5 HE	35	3300	120	4200
Total						49420,3



4.1.5.3 Intensitas Pencahayaan setelah Dilakukan Penggantian Tipe Lampu

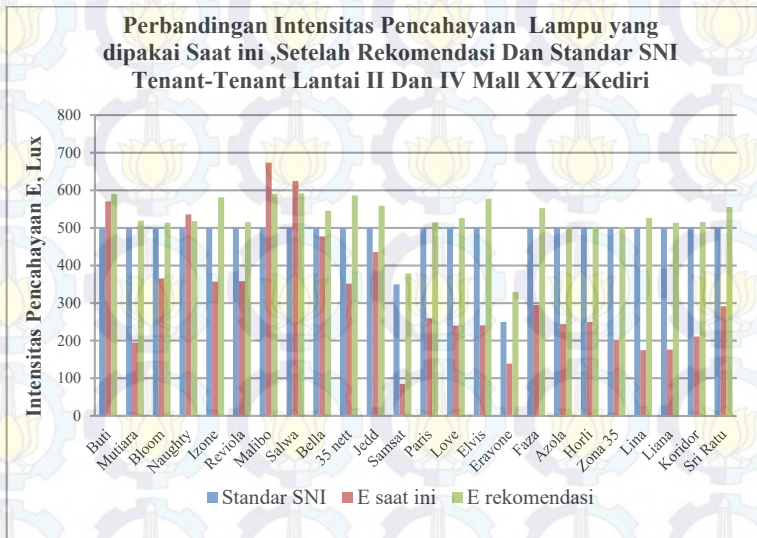
Setelah diberikan rekomendasi pergantian lampu diharapkan semua tenant dapat mencapai standar sesuai dengan SNI 03-6197-2000. Berikut perbandingan intensitas pencahayaan tenant pada lantai II dan IV mall XYZ Kediri menurut standar SNI, sebelum rekomendasi dan setelah rekomendasi:

Tabel 4.10 Intensitas Pencahayaan Tenant-Tenant di II dan IV setelah Rekomendasi

No	Tenant	Intensitas Pencahayaan E,Lux		
		Standar SNI	E saat ini	E rekomendasi
1	Buti	500	570,33	590,59
2	Mutiara	500	194,33	519,38
3	Bloom	500	365	513,74
4	Naughty	500	536	518,17
5	Izone	500	357	581,27
6	Reviola	500	358,33	515,15
7	Malibo	500	673,33	590,91
8	Salwa	500	624,67	591,51
9	Bella	500	477,67	545,69
10	35 nett	500	351,67	586,12
11	Jedd	500	435,67	558,74
12	Samsat	350	85	378,79
13	Paris	500	259,33	514,71
14	Love	500	240	526,32
15	Elvis	500	241	577,63
16	Eravone	250	139	328,95
17	Faza	500	295	552,63
18	Azola	500	243,67	502,39
19	Horli	500	250	502,39



20	Zona 35	500	200	502,39
21	Lina	500	174,67	526,32
22	Liana	500	176	513,16
23	Koridor	500	211	515,40
24	Sri Ratu	500	291,38	555,29



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Intensitas Pencahayaan Maksimum Setelah Rekomendasi Tenant-Tenant di Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri

Dari gambar 4.5 diatas dapat dilihat bahwa setelah diberikan rekomendasi pergantian lampu, intensitas pencahayaan seluruh tenant sudah sesuai dengan standar SNI 03-6197-2000.

4.1.5.4 Daya Pencahayaan Maksimum setelah Dilakukan Penggantian Tipe Lampu

Setelah diberikan rekomendasi pergantian lampu diharapkan semua tenant dapat mencapai standar daya maksimum sesuai dengan SNI 03-6197-2000. Berikut



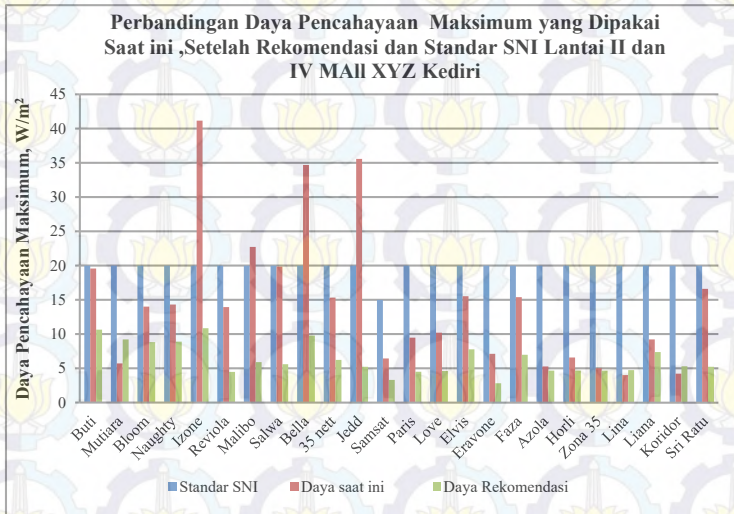
perbandingan daya pencahayaan maksimum tenant pada lantai II dan IV mall XYZ Kediri menurut standar SNI, sebelum rekomendasi dan setelah rekomendasi:

Tabel 4.11 Daya Pencahayaan Tenant-Tenant di Lantai II dan IV setelah Rekomendasi

No	Tenant	Daya Pencahayaan Maksimum, W/m ²		
		Standar SNI	Daya saat ini	Daya Rekomendasi
1	Buti	20	19,58	10,65
2	Mutiara	20	5,72	9,21
3	Bloom	20	14,01	8,81
4	Naughty	20	14,32	8,89
5	Izone	20	41,15	10,85
6	Reviola	20	13,94	4,47
7	Malibo	20	22,73	5,91
8	Salwa	20	19,86	5,59
9	Bella	20	34,69	9,77
10	35 nett	20	15,31	6,22
11	Jedd	20	35,57	5,21
12	Samsat	15	6,44	3,31
13	Paris	20	9,49	4,50
14	Love	20	10,20	4,61
15	Elvis	20	15,53	7,76
16	Eravone	20	7,11	2,81
17	Faza	20	15,39	6,97
18	Azola	20	5,26	4,67
19	Horli	20	6,58	4,67
20	Zona 35	20	5,02	4,67
21	Lina	20	4,01	4,74



22	Liana	20	9,21	7,37
23	Koridor	20	4,22	5,30
24	Sri Ratu	20	16,60	5,22



Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Daya Pencahayaan Maksimum Setelah Rekomendasi Tenant-Tenant di Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri

Dari gambar 4.6 diatas dapat dilihat bahwa setelah diberikan rekomendasi pergantian lampu, daya pencahayaan maksimum seluruh tenant sudah sesuai dengan standar SNI 03–6197–2000.

4.1.5.5 Peluang Penghematan Energi Dari Pergantian Lampu Tenant-Tenant Lantai II Dan IV Mall XYZ Kediri

Setelah diberikan rekomendasi pergantian lampu, maka penghematan yang akan didapat:

- Menghitung daya yang dihemat setelah dilakukan rekomendasi pergantian lampu:



Hemat daya(Watt)=Konsumsi daya saat ini-Konsumsi daya setelah rekomendasi

$$= 129108 \text{ watt} - 49420,3 \text{ watt}$$

$$= 79687,7 \text{ watt}$$

- Menghitung pemakaian listrik yang dihemat per tahun setelah dilakukan rekomendasi pergantian lampu(Lampu dinyalakan selama 13 jam per hari):

$$\text{kWh/tahun} = 79687,7 \text{ W} \times \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}} \times \frac{13 \text{ jam}}{\text{hari}} \times \frac{365 \text{ hari}}{\text{tahun}}$$

$$\text{kWh/tahun} = 378118,136 \text{ kWh/tahun}$$

- Menghitung biaya yang dihemat per tahun setelah dilakukan rekomendasi pergantian lampu:

Tarif dasar listrik pada gedung mall "XYZ" di Kediri adalah Rp.2040,00/kWh

$$\text{Penghematan/tahun} = \frac{378118,136 \text{ kWh}}{\text{tahun}} \times \frac{\text{Rp } 2040,00}{\text{kWh}}$$

$$\text{Biaya/tahun} = \text{Rp } 771.360.997,4 / \text{tahun}$$

$$\approx \text{Rp } 771.360.997,00 / \text{tahun}$$

Untuk penghematan masing-masing tenant sebagai berikut:

Tabel 4.12 Penghematan Setelah Rekomendasi Pergantian Lampu

No	Tenant	Daya lampu saat ini (watt)	Daya lampu rekomendasi (watt)	Hemat daya (watt)	kWh/tahun	Rp/tahun
1	Buti	5088	2766,3	2321,7	11016,4665	22473591,66
2	Mutiara	218	350,8	-132,8	-630,136	-1285477,44
3	Bloom	612	385	227	1077,115	2197314,60
4	Naughty	930	577,5	352,5	1672,6125	3412129,50
5	Izone	1284	338,6	945,4	4485,923	9151282,92
6	Reviola	184	59	125	593,125	1209975,00
7	Malibo	300	78	222	1053,39	2148915,60
8	Salwa	332	93,4	238,6	1132,157	2309600,28
9	Bella	1160	326,8	833,2	3953,534	8065209,36
10	35 nett	256	104	152	721,24	1471329,60



11	Jedd	1514	221,8	1292,2	6131,489	12508237,56
12	Samsat	102	52,5	49,5	234,8775	479150,10
13	Paris	258	122,5	135,5	642,9475	1311612,90
14	Love	155	70	85	403,325	822783,00
15	Elvis	236	118	118	559,91	1142216,40
16	Eravone	216	85,5	130,5	619,2225	1263213,90
17	Faza	234	106	128	607,36	1239014,40
18	Azola	88	78	10	47,45	96798,00
19	Horli	110	78	32	151,84	309753,60
20	Zona 35	84	78	6	28,47	58078,80
21	Lina	61	72	-11	-52,195	-106477,80
22	Liana	140	112	28	132,86	271034,40
23	Koridor	7212	9051,6	-1839,6	-8728,902	-17806960,08
24	Sri Ratu	108334	34095	74239	352264,055	718618672,20
Total penghematan					378118,137	771360997,4

- Menghitung *Net Present Value (NPV)* dan *simple payback period* untuk pergantian lampu dari lampu biasa menjadi lampu LED

Biaya investasi dan penghematan untuk pergantian lampu LED adalah sebagai berikut:

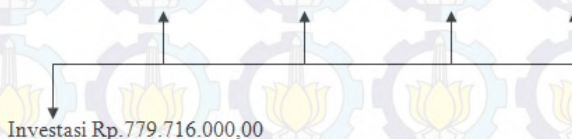


Tabel 4.13 Besar Biaya Investasi dan Penghematan dengan lampu Led

Keterangan	Jumlah	Harga satuan	Total harga
Investasi			
Twin HP LED Downlight	21	Rp.4.800.000,00	Rp.100.800.000,00
LED Downlight	1297	Rp.400.000,00	Rp.518.800.000,00
Adjustable led spot	296	Rp.350.000,00	Rp.103.600.000,00
Midi LED Downlight	9	Rp.420.000,00	Rp.3.780.000,00
Nairo LED Floodlight	18	Rp.500.000,00	Rp.9.000.000,00
Phillip LED Bulb 13 watt	32	Rp.95.000,00	Rp.3.040.000,00
Master TL5 HE 21 watt	203	Rp.34.000,00	Rp.6.902.000,00
Master TL5 HE 14 watt	543	Rp.34.000,00	Rp.18.462.000,00
Philip TL mini	12	Rp.32.000,00	Rp.384.000,00
Phillip LED Bulb 18 watt	6	Rp.155.000,00	Rp.930.000,00
Master TL5 HE 12 watt	2	Rp.33.000,00	Rp.66.000,00
Mini Gimbal LED	6	Rp.260.000,00	Rp.1.560.000,00
Master TL5 HE	188	Rp.34.000,00	Rp.6.392.000,00
Biaya jasa			Rp.6.000.000,00
Total			Rp.779.716.000,00
Penghematan			
Penghematan/tahun			Rp 771.360.997,00
Total			Rp 771.360.997,00

Dengan umur investasi lampu LED 4 tahun maka didapat aliran kas sebagai berikut:

Penghematan Rp 771.360.997,00



Dengan asumsi tingkat suku bunga per tahunnya 10% maka dapat dihitung nilai NPV sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 NPV &= - \text{Rp. } 779.716.000,00 + \text{Rp } 771.360.997,00 (P/A, 10\%, 4) \\
 &= - \text{Rp. } 779.716.000,00 + \text{Rp } 771.360.997,00 (3,1699) \\
 &= \text{Rp. } 1.665.421.224,00
 \end{aligned}$$

Karena NPV memiliki harga positif, maka penggantian lampu layak dilakukan. Sedangkan payback period dari investasi tersebut dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{Payback period} = \frac{\text{Total Investasi}}{\text{Proceed rata-rata tahunan}} \times 1 \text{ tahun}$$



$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Rp.779.716.000,00}}{\text{Rp 771.360.997,00}} \times 1 \text{ tahun} \\ &= 1,01 \text{ tahun} \approx 13 \text{ bulan} \end{aligned}$$

4.2 Perhitungan Beban Pendinginan

4.2.1 Beban Pendinginan

Perhitungan beban pendinginan menggunakan standar *ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers)* dengan metode *Cooling Load temperature Different (CLTD)*. Untuk contoh perhitungan beban pendinginan pada salah satu tenant yaitu Buti. Berdasarkan metode tersebut, ditentukan data – data yang diperlukan untuk perhitungan beban pendinginan. Data yang ditentukan mengacu pada standar kenyamanan ruang dan kondisi saat dilakukan pengambilan data dengan data ditunjukkan pada tabel 4.14.

Tabel 4.14 Kondisi Lingkungan

Uraian	Keterangan
Bulan perencanaan	Bulan Agustus 2015
Letak geografis	7°48'57,6" LS dan 112°01'07.5" BT
Temperature ruang rancangan	75,2 °F
RH ruang rancangan	50 %
Temperature luar rancangan (BMKG Stasiun Meteorologi Juanda Surabaya)	91,4 °F
RH luar rancangan (BMKG Stasiun Meteorologi Juanda Surabaya)	71 %

Pada perhitungan beban pendinginan dengan metode CLTD banyak menggunakan data pada tabel ASHRAE. Data yang terdapat pada tabel ASHRAE diperuntukan untuk daerah lintang utara, sedangkan gedung mall terletak di lintang selatan. Karena hal tersebut maka diperlukan penyesuaian bulan rancangan dan arah mata angin agar data pada tabel ASHRAE dapat digunakan untuk perhitungan. Untuk bulan rancangan, bulan yang dipilih ditambah enam bulan dari bulan yang tercantum pada tabel ASHRAE. Pengambilan data dilakukan pada



bulan Agustus sehingga pada tabel ASHRAE mengacu enam bulan setelahnya yaitu bulan Februari. Sedangkan untuk arah mata angin perlu disesuaikan dengan cara merubah arah mata angin *north* pada tabel ASHRAE menjadi *south*. Adapun hasil penyesuaian arah mata angin sebagai berikut :

Tabel 4.15 Hasil Penyesuaian Arah Mata Angin

Lintang Utara	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE
Lintang Selatan	E	NE	N	NW	W	SW	S	SE

Perhitungan beban pendinginan dilakukan dalam tiga skenario yaitu pukul 11.00, pukul 15.00, dan pukul 19.00 saat *week day* dan saat *week end*. Dengan mengacu pada enam waktu tersebut dapat diketahui beban pendinginan puncak berada pada waktu yang mana. Contoh perhitungan beban pendinginan dengan menggunakan metode *CLTD* pada tenant Buti saat *week end* pukul 19.00. Untuk melakukan perhitungan beban pendinginan diperlukan data dimensi dari ruang untuk mengetahui luasan dinding, kaca, atap, partisi, suhu dan *RH*, peralatan elektronik, jumlah pengunjug.

4.2.2 Perhitungan Beban Luar Pendinginan

4.2.2.1 Beban Transmisi Pada Kaca

Perhitungan untuk mencari beban transmisi kaca pada tenant Buti sebagai berikut :

- **Luas Kaca (A)**
Luas yang terkena sinar matahari pada tenant Buti terletak pada dinding bagian timur,timur laut dan utara dengan nilai luasan total kaca yang diukur $A = 944,808\text{ft}^2$
- **Overall Heat Transfer Coefficient (U)**
Pada lampiran tabel ASHRAE 3.14 A , untuk kaca single glass didapatkan nilai $U = 1,04 \text{ Btu}/(\text{hr}/\text{ft}^2.\text{F})$
- **Cooling Load Temperature Difference Correction (CLTD_c)**
Nilai *Cooling Load Temperature Difference Correction* (CLTD_c) untuk kaca didapatkan dari persamaan 2.4 sebagai berikut :

$$\text{CLTD}_c = \text{CLTD} + (78 - t_r) + (t_o - 85)$$



Dimana :

- CLTD

Tabel 4.16 CLTD (°F) untuk Kaca

Solar Time, Hr																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
CLTD, °F																							
1	0	-1	-2	-2	-2	-2	0	2	4	7	9	12	13	14	14	13	12	10	8	6	4	3	2

- Temperatur ruang (t_r) dan luar (t_o) rancangan
Untuk temperature ruang rancangan (t_r) didapatkan $t_r = 75,2$ °F . Sedangkan t_o didapat dengan perumusan sebagai berikut :

$$t_o = \left\{ t_{o \max} - \left(\frac{t_{o \max} - t_{o \min}}{2} \right) \right\} \text{ °F}$$

$$t_o = \left\{ 91,4 - \left(\frac{91,4 - 69,8}{2} \right) \right\} \text{ °F}$$

$$t_o = 80,6 \text{ °F}$$

Sehingga,

- Nilai CLTD_c Pukul 19:00

$$\text{CLTD}_c = \text{CLTD} + (78 - t_r) + (t_o - 85)$$

$$\text{CLTD}_c = 10 + (78 - 75,2) + (80,6 - 85)$$

$$\text{CLTD}_c = 8,4 \text{ °F}$$

- Beban Transmisi Melalui Kaca (Q)

Nilai beban transmisi melalui kaca pada tenant dapat dihitung sebagai berikut :

- Beban Transmisi Melalui Kaca (Q) pukul 19:00

$$Q = U \times A \times \text{CLTD}_c$$

$$Q = 1,04 \frac{\text{BTU}}{\text{Hr. ft}^2 \cdot \text{°F}} \times 944,808 \text{ ft}^2 \times 8,4 \text{ °F}$$

$$Q = 8253,843 \text{ BTU/Hr}$$

4.2.2.2 Beban Transmisi Pada Dinding

Bagian tenant yang dindingnya terkena sinar matahari adalah bagian utara. Perhitungan untuk beban transmisi melalui dinding sebagai berikut:



- **Luas Dinding (A)**
Luas yang terkena sinar matahari pada tenant Buti terletak pada dinding bagian utara dengan nilai luasan yang diukur $A = 36,815\text{ft}^2$
- **Overall Heat Transfer Coefficient (U)**
Nilai *Overall Heat Transfer Coefficient* dari dinding yang terkena sinar matahari adalah $U = 0,372 \text{ Btu}/(\text{hr}/\text{ft}^2.\text{F})$ termasuk dalam kategori dinding B. Untuk dinding yang berwarna terang mempunyai nilai $K = 0.65$.
- **Cooling Load Temperature Difference Correction (CLTD_c)**
Nilai *Cooling Load Temperature Difference Correction* (CLTD_c) untuk dinding didapatkan dari persamaan 2.2 sebagai berikut :
$$\text{CLTD}_c = \{(\text{CLTD} + \text{LM}) \times K + (78 - t_R) + (t_o - 85)\}$$

Dimana :

- CLTD untuk dinding grup B dari tabel berikut:

Tabel 4.17 CLTD (°F) dinding grup B (ASHRAE)

South Latitude Wall Facing	Solar Time, hr																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
S	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	8	9	9	9	10	1	12	13	14	14	15	15	15	15
SE	19	18	17	16	15	14	13	12	12	13	14	15	16	17	18	19	19	20	20	21	21	21	20	20
E	23	22	21	20	18	17	16	15	15	15	17	19	21	22	24	25	26	26	27	27	26	26	25	24
NE	23	22	21	20	18	17	16	15	14	14	15	16	18	20	21	23	24	25	26	26	26	26	25	24
N	21	20	19	18	17	15	14	13	12	11	11	11	11	12	14	15	17	19	20	21	22	22	22	21
NW	27	26	25	24	22	21	19	18	16	15	14	14	13	13	14	15	17	20	22	25	27	28	28	28
W	29	28	27	26	24	23	21	19	18	17	16	15	14	14	14	15	17	19	22	25	27	29	29	30
SW	23	22	21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	12	11	12	12	13	15	17	19	21	22	23	23

- *Latitude-Month Correction* untuk dinding dan atap

Tabel 4.18 *Latitude-Month Correction* untuk dinding dan atap

Month	S	SSE	SE	ESE	E	ENE	NE	NNE	N	HOR
		SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW		
Jun	-4	-6	-6	-6	-3	0	4	8	12	-5
Jul/Mei	-3	-5	-6	-5	-2	0	3	6	10	-4
Aug/Apr	-3	-4	-3	-3	-1	-1	1	2	4	-1
Sept/Mar	-3	-2	-1	-1	-1	-2	-2	-3	-4	0
Okt/Feb	2	2	2	0	-1	-4	-5	-7	-7	-1
Nov/Jan	7	5	4	0	-2	-5	-7	-9	-7	-2
Des	9	6	4	0	-2	-6	-8	-9	-7	-2



Berdasarkan tabel 4.18 nilai LM untuk dinding sebelah utara pada bulan Agustus yaitu 4. Sehingga,

$$\begin{aligned} & \text{Nilai CLTDc untuk dinding Pukul 19:00} \\ & \text{CLTD}_c = \{(\text{CLTD} + \text{LM}) \times K + (78 - t_R) + (t_o - 85)\} \\ & = \{(20 + 4) \times 0,65 + (78 - 75,2) + (80,6 - 85)\} \\ & = 14 \end{aligned}$$

- Beban transmisi melalui dinding utara adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q &= U \times A \times \text{CLTD}_c \\ Q &= 0,372 \text{ Btu/hr ft}^2\text{°F} \times 36,815 \text{ ft}^2 \times 14\text{°F} \\ Q &= 191,732 \text{ Btu/hr.} \end{aligned}$$

4.2.2.3 Beban Radiasi Melalui Kaca

Perhitungan untuk beban radiasi melalui kaca pada tenant Buti sebagai berikut:

- Luas kaca (A)

Luas yang tersinari pada tenant Buti terletak pada bagian timur, timur laut dan utara dengan nilai luasan kaca sebagai berikut

$$A_{\text{timur}} = 839,542 \text{ ft}^2$$

$$A_{\text{utara}} = 92,354 \text{ ft}^2$$

$$A_{\text{timur laut}} = 12,912 \text{ ft}^2$$

- SHGF

Nilai SHGF pada bulan Agustus didapat dari tabel 3.25 ASHRAE. Untuk posisi timur = $239 \text{ Btu}/(\text{Hr. ft}^2)$, utara = $110 \text{ Btu}/(\text{Hr. ft}^2)$, dan timur laut = $219 \text{ Btu}/(\text{Hr. ft}^2)$

- *Shading Coefficient* (SC)

Pada lampiran dapat dilihat tabel ASHRAE 3.18 untuk nilai SC berdasarkan jenis kaca yaitu *single glass* 1/4 to 1/2 in maka didapatkan nilai SC = 0,94

- *Cooling Load Factor* (CLF)

Pada lampiran dapat dilihat tabel ASHRAE 3.27 untuk nilai CLF pukul 19.00

- Timur = 0,17
- Utara = 0.29
- Timur Laut = 0.21



- **Beban Radiasi Melalui Kaca (Q)**

Nilai beban radiasi melalui kaca pada tenant Buti dapat dihitung sebagai berikut :

- Beban radiasi melalui kaca (Q) kaca posisi timur

$$Q = SHGF \times A \times SC \times CLF$$

$$Q = 245 \frac{\text{BTU}}{\text{Hr. ft}^2} \times 839,5421 \text{ft}^2 \times 0,94 \times 0,17$$

$$Q = 32063,96 \text{ BTU/Hr}$$

- Beban radiasi melalui kaca (Q) kaca posisi utara

$$Q = SHGF \times A \times SC \times CLF$$

$$Q = 110 \frac{\text{BTU}}{\text{Hr. ft}^2} \times 92,3541 \text{ft}^2 \times 0,94 \times 0,29$$

$$Q = 2769,327 \text{ BTU/Hr}$$

- Beban radiasi melalui kaca (Q) kaca posisi timur laut

$$Q = SHGF \times A \times SC \times CLF$$

$$Q = 219 \frac{\text{BTU}}{\text{Hr. ft}^2} \times 12,912 \text{ft}^2 \times 0,94 \times 0,21$$

$$Q = 558,19 \text{ BTU/Hr}$$

Sehingga, didapatkan:

$$\begin{aligned} \text{Total } Q_{\text{radiasi}} &= Q_{NE} + Q_N + Q_E \\ &= 35391,48 \text{ Btu/hr} \end{aligned}$$

4.2.3 Perhitungan Beban Pendinginan Internal

4.2.3.1 Beban Pengunjung

Beban pengunjung adalah beban pendinginan yang diakibatkan adanya heat gain yang dikeluarkan oleh tubuh manusia.

Besarnya heat gain yang dihasilkan oleh tubuh manusia pada tenant Buti pukul 19.00 saat week end dapat dihitung sebagai berikut:

- **Beban sensibel pengunjung**

$$Q_s = q_s \times n \times CLF \quad (\text{btu/hr})$$

$$= 315 \text{ Btu/hr} \times 26 \times 1$$

$$= 8190 \text{ Btu/hr}$$



- **Beban Laten Pengunjung**

$$\begin{aligned}Q_L &= q_L \times n \quad (\text{btu/hr}) \\&= 325 \text{ Btu/hr} \times 26 \\&= 8450 \text{ Btu/hr}\end{aligned}$$

4.2.3.2 Beban Penerangan

Beban penerangan adalah beban pendinginan yang diakibatkan sistem penerangan yang terpasang pada suatu ruangan dalam hal ini lampu pada tenant Buti. Adapun lampu yang terpasang pada tenant Buti yaitu Krisbow LED tracklight dengan daya 8 watt berjumlah 81 buah, Tornado cool daylight 24 watt berjumlah 85 dan Grille Downlight 3 pc/ LOT 20W daya 60 watt berjumlah 40 buah. Jumlah total daya lampu pada tenant Buti adalah 5088 watt. Sehingga besarnya beban pendinginan pada tenant Buti dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}Q &= 3,41 \times q_i \times F_u \times F_s \times CLF \\&= 3,41 \times 5088 \text{ watt} \times 1 \times 1,2 \times 1 \\&= 2504,304 \text{ Btu/hr}\end{aligned}$$

4.2.3.3 Beban Partisi Dinding

Tenant Buti bagian selatan bersebelahan dengan ruang yang tidak dikondisikan sehingga timbul beban partisi. Adapun beban partisi tenant Buti sebagai berikut:

- **Luas Dinding (A)**
Luas dinding yang pemisah dengan ruang yang tidak dikondisikan adalah $A = 374,566 \text{ ft}^2$
- **Overall Heat Transfer Coefficient (U)**
Nilai *Overall Heat Transfer Coefficient* dari dinding tenant Buti bagian selatan adalah $U = 0,417 \text{ Btu}/(\text{hr}/\text{ft}^2 \cdot \text{F})$
- **Perbedaan temperatur dengan ruang yang tidak dikondisikan**
Adapun perbedaan temperatur dengan ruang yang tidak dikondisikan adalah $11,2 \text{ F}$
- **Beban partisi tenant Buti**
$$Q_{\text{partisi}} = U_{\text{dinding}} \times A \times TD$$
$$Q_{\text{partisi}} = 0,417 \text{ Btu/hr ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F} \times 374,566 \text{ ft}^2 \times 11,2 \text{ } ^\circ\text{F}$$



$$Q_{\text{partisi}} = 1749,373 \text{ Btu/hr.}$$

4.2.3.4 Beban Peralatan

Semua peralatan listrik yang digunakan dalam tenant menghasilkan panas yang perlu diperhitungkan. Besarnya panas (*heat gain*) yang dihasilkan peralatan tergantung dari daya yang dibutuhkan dan penggunaannya. Besarnya *heat gain* setiap peralatan listrik ditabelkan pada lampiran tabel.

Untuk *heat gain* yang dihasilkan oleh peralatan yang ada pada Tenant Buti sebagai berikut :

Tabel 4.19 Tabel Heat Gain Peralatan Tenant Buti

Buti					
No	Nama Peralatan	Jumlah	Heat Gain Per Peralatan	HGtot Per Peralatan	HGtot Buti
1	Komputer	2	375,33	750,66	1693,866
2	Telepon	1	22,506	22,506	
3	Printer	1	443,30	443,3	
4	Speaker	2	238,7	477,4	

Total *heat gain* tenant Buti adalah 1693,866 Btu/hour

4.2.3.5 Total Beban Pendinginan

Total beban pendinginan didapat dengan menjumlahkan seluruh komponen yang memberikan heat gain ke ruangan ditambah 10% faktor keamanan. Berikut total beban pendinginan untuk tenant Buti

Tabel 4.20 Tabel Total Beban Pendinginan Tenant Buti

No	Beban Pendinginan	Weekdays			Weekend		
		Q (Btu/hr)			Q (Btu/hr)		
		11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	Transmisi Kaca	5306,04	12184,24	8253,84	5306,04	12184,24	8253,84
2	Transmisi Dinding	111,62	138,32	191,73	111,61	138,32	191,73



3	Radiasi	92260,56	60715,42	35391,48	92260,5	60715,42	35391,48
4	Lampu	20820,09	20820,09	20820,09	20820,09	208260,0 9	20820,09
5	Pengunjung	5760	8320	7680	6400	10880	16640
6	Peralatan	1693,87	1693,87	1693,87	1693,87	1693,87	1693,87
7	Partisi	1749,37	1749,37	1749,37	1749,37	1749,37	1749,37
8	Faktor Keamanan	12770,15	10562,13	7578,04	12834,15	10818,13	8474,04
Total		140471,7	116183,5	83358,42	141175,7	118999,5	93214,42

4.2.4 Analisa Beban Pendinginan pada Tenant-Tenant Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri

4.2.4.1 Beban Pendinginan Tenant-Tenant Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri Sebelum Rekomendasi

Beban pendinginan total pada tenant-tenant yang ada di Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri dibandingkan untuk tiga waktu yaitu pukul 11.00, 15.00 dan 19.00. Untuk tenant-tenant lantai II beban pendinginan dikelompokkan menurut wilayah yang dikondisikan oleh AC yang sama. Hasil perhitungan total beban pendinginan dari tiap lantai pada pukul 11:00, pukul 15:00, pukul 19:00 pada saat week days dan week end ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 4.21 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week day
pukul 11:00 AC MZ-4 Pada Lantai II

MZ 4										
No	Beban Pendinginan(Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Bella	1378,17		10657,23		4746,72	2560		663,57	20005,68
2	35nett	689,08		5328,62		1047,55	1920		663,57	9648,82
3	Jade	1808,73		15738,38		6195,29	3200	455,68		27398,08
4	Samsat		352,43			417,38	6400	1347,41		8517,22
5	Koridor					708	4480		885,01	6073,01
6	F.kearmanan									7164,28
Total										78807,09



Tabel 4.22 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week day
pukul 11:00 AC MZ-5 Pada Lantai II

[illegible]

Tabel 4.23 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week day
pukul 11:00 AC MZ-6 Pada Lantai II

[illegible]

Tabel 4.24 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week day
pukul 11:00 AC MZ-7 Pada Lantai II

[illegible]



Tabel 4.25 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week day
pukul 11:00 AC MZ-8 Pada Lantai II

MZ 8										
Beban Pendinginan(Btu/hr)										
No	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Buri	5306,04	111,62	92260,56		20820,10		5760	1693,87	1749,37
2	F keamanan									12770,16
Total										140471,71

Tabel 4.26 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week day
pukul 11:00 AC MZ-11 Pada Lantai II

MZ 11										
No	Beban Pendinginan(Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Lina					249,61	1920	22,51	1032,66	3224,78
2	Koridor		1761,82			1848,00	7680	1159,40	1427,55	13876,77
3	F keamanan									1710,15
Total										18811,70

Tabel 4.27 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week day
pukul 11:00 AC MZ-12 Pada Lantai II

MZ 12										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Kondor		39,47		7571.81	1296	10240	2480.88	7209.61	28837,77
2	Fiskeamanan									2883,78
Total										31721,55

Tabel 4.28 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays
pukul 11:00 Pada Lantai IV

AC Lantai IV										
No	Beban Pendinginan(Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Sri ratu	-	29292,4		22525,87	443302,7	51200	8378,95	35928,3	590628,25
2	Faktor Keamanan									59062,82
	Total									649691,07



Tabel 4.29 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays
pukul 15:00 AC MZ-4 Pada Lantai II

[illegible]

Tabel 4.30 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays
pukul 15:00 AC MZ-5 Pada Lantai II

[illegible]

Tabel 4.31 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays
pukul 15:00 AC MZ-6 Pada Lantai II

[illegible]



Beban Pendinginan(Btu/hr)										
No	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Kondor		33,18		7571.81	1296	14720	2480,88	7209,61	33311,48
2	Fleksmanan									3331,15
Total										36642,63

AC Lantai IV										
Beban Pendinginan(Btu/hr)										
No	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Sri ratu		33611,72		22525,87	443302,73	64000	8378,95	35928,3	607747,56
2	Faktor Keamanan									60774,76
Total										668522,32

[illegible]

No	Bahan Pendinginan (Bru/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Bloom	2200,31		7552,48		2504,30	3840	\$41,14	\$44,53	17782,77
2	Izone					\$254,13	4480	\$28,78	904,09	11167,00
3	Koridor				8150,05	518,40	3200		3046,14	14914,59
4	Keseluruhan									4386,44
Total										48250,80



Tabel 4.39 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays
pukul 19:00 AC MZ-6 Pada Lantai II

MZ 6										
Beban Pendinginan(Dtu/hr)										
No	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Mutiara	3497,91		13490,36		892,06	1280			19160,32
2	Naughty	3272,22		11231,77		3805,56	7680	972,08		26961,63
3	Koridor	3159,32		15634,09	22715,79	2097,60	8320		8295,96	60222,76
4	F Keamanan									10634,47
Total										116979,18

Tabel 4.40 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays
pukul 19:00 AC MZ-7 Pada Lantai II

[illegible]

Tabel 4.41 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays
pukul 19:00 AC MZ-8 Pada Lantai II

[illegible]



Tabel 4.42 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays
pukul 19:00 AC MZ-11 Pada Lantai II

[illegible]

Tabel 4.43 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays
pukul 19:00 AC MZ-12 Pada Lantai II

MZ 12										
No	Beban Pendinginan(Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Koridor		58,363432		7571,8113	1296	13440	2480,877	7209,613	32056,7
2	F keamanan									32056,7
Total										35262,3

Tabel 4.44 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays
pukul 19:00 Pada Lantai IV

AC Lantai IV										
No	Beban Pendinginan(Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Sri ratu		49391,22		22525,87	443303	70400	8378,95	35928,3	629927,06
2	Faktor Keamanan									62992,71
Total										692919,77

Tabel 4.45 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 11:00 AC MZ-4 Pada Lantai II

MZ 4										
Beban Pendinginan(Btu/hr)										
No	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Bella	1178.17		10657.23		4746.72	3200		663.57	20645.68
2	35nett	689.08		5328.62		1047.55	2560		663.57	10288.82
3	Jade	1808.73		15738.38		6195.29	3840	455.68		28038.08
4	Samat		352.43			417.38	6400	1347.41		8517.22
5	Koridor					708	3120		885.01	6713.01
6	F keamanan									7420.28
Total										81623.08



**Tabel 4.46 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 11:00 AC MZ-5 Pada Lantai II**

[illegible]

Tabel 4.47 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 11:00 AC MZ-6 Pada Lantai II

[illegible]

Tabel 4.48 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 11:00 AC MZ-7 Pada Lantai II

[illegible]



**Tabel 4.49 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 11:00 AC MZ-8 Pada Lantai II**

MZ 8										
No	Beban Pendinginan(Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Buti	5306,04	111,62	92260,56		20820,10	6400	1693,87	1749,37	128341,55
2	F keamanan									12834,16
Total										141175,71

Tabel 4.50 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 11:00 AC MZ-11 Pada Lantai II

MZ 11										
No	Beban Pendinginan(Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Lima					249,61	1920	22,51	1032,66	3224,78
2	Koridor		1761,82			1848	8320	1159,40	1427,55	14516,77
3	F keamanan									1774,15
Total										19515,70

Tabel 4.51 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 11:00 AC MZ-12 Pada Lantai II

MZ 12										
No	Beban Pendinginan(Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Koridor		39,47		7571,81	1296	10880	2480,88	7209,61	29477,77
2	F. keamanan									2947,77
Total										32425,55

Tabel 4.52 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 11:00 Pada Lantai IV

AC Lantai IV										
No	Beban Pendinginan(Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Sri ratu	-	29292,4		22525,87	443302,7	70400	8378,95	35928,3	609828,25
2	Faktor Keamanan									60982,82
Total										670811,07



Tabel 4.54 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 15:00 MZ-5 Pada Lantai II

Tabel 4.55 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 15:00 MZ-6 Pada Lantai II

MZ 6										
	Beban Pendinginan(Btu/hr)									
No	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Mutiara	5163,58		23814,28		892,06	2560			32429,92
2	Naughtv	4830,42		20527,02		3805,56	8960	972,08		39095,08
3	Koridor	4663,76		26801,29	22715,79	2097,60	13440		8295,96	78014,40
4	F. keamanan									14953,94
Total										164493,34



**Tabel 4.56 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 15:00 MZ-7 Pada Lantai II**

MZ 7										
No	Beban Pendinginan(Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Raviola	1249,17		5308,40		752,93	2560	818,63		10689,12
2	Malibo	1249,17		5308,40		1227,60	3200	489,78		11474,95
3	Horli	1582,34		6724,21		450,12	2560			11316,66
4	Azola	1582,34		6724,21		360,10	4480			13146,64
5	Zona 35	1582,34		6724,21		343,73	3200	251,08		12101,35
6	Salwa	1582,34		6724,21		1358,54	3840	56,27		13561,35
7	Paris					1055,74	4480	546,04	768,51	6850,29
8	Love					634,26	4480	251,08	429,45	5794,79
9	Liana					572,88	3840	22,51	1032,66	5468,05
10	Elvis					965,71	5120		1032,66	7118,37
11	Eravone					883,87	5760	397,84	858,90	7900,61
12	Faza					957,53	3840	307,34	429,45	5534,32
13	Koridor					2176,80	28800		1770,02	32746,82
14	F. kearnanan									143703,33
Total										287406,66

Tabel 4.57 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 15:00 MZ-8 Pada Lantai II

MZ 8										
No	Beban Pendinginan(Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Buti	12184,24	138,32	60715,42		20820,10	10880	1693,87	1749,37	108181,32
2	F keamanan									10818,13
Total										118999,46

Tabel 4.58 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 15:00 MZ-11 Pada Lantai II

MZ 11										
No	Beban Pendinginan(Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Lina					249,61	3840	22,51	1032,66	5144,78
2	Koridor		1480,79			1848	16640	1159,40	1427,55	22555,74
3	F.kearnanan									2770,05
Total										30470,57



**Tabel 4.63 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 19:00 MZ-6 Pada Lantai II**

MZ 6										
No	Beban Pendinginan(Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Mutiara	3497,91		13490,36		892,06	1920			19800,32
2	Naughty	3272,22		11231,77		3805,56	10880	972,08		30161,62
3	Koridor	3159,32		15634,09	22715,79	2097,60	16000		8295,96	67902,76
4	F. keamanan									11786,47
Total										129651,18

Tabel 4.64 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 19:00 MZ-7 Pada Lantai II

MZ 7										
No	Beban Pendinginan(Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Raviola	846,21		2904,59		752,93	3200	818,63		8522,36
2	Malibo	846,21		2904,59		1227,60	3840	489,78		9308,18
3	Horli	1071,91		3679,28		450,12	3200			8401,31
4	Azola	1071,91		3679,28		360,10	5120			10231,29
5	Zona 35	1071,91		3679,28		343,73	4480	251,08		9826,00
6	Salwa	1071,91		3679,28		1358,54	4480	56,27		10646,00
7	Paris					1055,74	5120	546,04	768,51	7490,29
8	Love					634,26	5120	251,08	429,45	6434,79
9	Liana					572,88	5120	22,51	1032,66	6748,05
10	Elvis					965,71	5760		1032,66	7758,37
11	Eravone					883,87	6400	397,84	858,90	8540,61
12	Faza					957,53	4480	307,34	429,45	6174,32
13	Koridor					2176,80	34560		1770,02	38506,82
14	F. keamanan									13858,84
Total										152447,23

Tabel 4.65 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 19:00 MZ-8 Pada Lantai II

MZ 8										
No	Beban Pendinginan (Bru/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Buti	8253,84	191,73	35391,48		20820,10	16640	1693,87	1749,37	84740,39
2	F. keamanan									8474,04
Total										93214,43

Tabel 4.66 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 19:00 MZ-11 Pada Lantai II

MZ 11										
No	Beban Pendinginan(Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Lina					249,61	4480	22,51	1032,66	5784,78
2	Koridor		2604,89			1848	19840	1159,40	1427,55	26879,84
3	F. keamanan									3266,46
Total										35931,09

Tabel 4.67 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 19:00 MZ-12 Pada Lantai II

MZ 12										
No	Beban Pendinginan(Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Koridor		58,36		7571,81	1296	26240	2480,88	7209,61	44856,66
2	F. keamanan									4485,67
Total										49342,33

Tabel 4.68 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 19:00 Pada Lantai IV

AC Lantai IV										
No	Beban Pendinginan(Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Sri ratu		49391,22		22525,87	443303	179200	8378,95	35928,3	738727,06
2	Faktor Keamanan									73872,71
Total										812599,77

Dari tabel beban pendinginan Pada lantai II dan IV maka kita kita dapatkan perhitungan beban total berikut:



Tabel 4.69 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-4 Lantai II Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00

No	AC	Tenant	Week day (Btu/hr)			Week end (Btu/hr)		
			11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	MZ-4	Bella	20005,683	27143,37	18752,665	20645,68	27143,37	20672,66
		35nett	9648,8166	13217,66	9662,3072	10288,82	13857,66	10942,31
		Jade	27398,08	35955,13	26298,144	28038,08	35955,13	28858,14
		Samsat	8517,2195	9881,542	8130,1875	8517,22	10521,54	9410,188
		Koridor	6073,0106	7993,011	7353,0106	6713,011	11193,01	13113,01
		F.keamanan	7164,281	9419,072	7019,6314	7420,281	9867,072	8299,631
		Total	78807,091	103609,8	77215,946	81623,09	108537,8	91295,95

Tabel 4.70 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-5 Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00

No	AC	Tenant	Week day (Btu/hr)			Week end (Btu/hr)		
			11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	MZ-5	Bloom	19102,54	25720,87	17782,768	20382,54	26360,87	20342,77
		Izone	9247	11807	11167	9887	11807	13087
		Koridor	14914,59	15554,59	14914,591	14274,59	17474,59	18754,59
		F.keamanan	4326,41	5308,25	4386,44	4454,41	5564,25	5218,44
		Total	47590,54	58390,7	48250,795	48998,54	61206,7	57402,8

Tabel 4.71 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-6 Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00

No	AC	Tenant	Week day (Btu/hr)			Week end (Btu/hr)		
			11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	MZ-6	Mutiara	32643,73	32429,92	19160,325	33283,73	32429,92	19800,3
		Naughty	27627,9	38455,08	26961,623	28907,9	39095,08	30161,6
		Koridor	82591,24	73534,4	60222,757	83871,24	78014,4	67902,8
		F.keamanan	14286,29	14441,94	10634,47	14606,29	14953,94	11786,5
		Total	157149,2	158861,3	116979,18	160669,2	164493,3	129651



Tabel 4.72 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-7 Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00

No	AC	Tenant	Week day (Btu/hr)			Week end (Btu/hr)		
			11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	MZ-7	Raviola	7602,21	10689,1	7882,36	8242,205	10689,12	8522,365
		Malibo	8388,03	10834,9	8028,18	8388,025	11474,95	9308,185
		Horti	8387,82	11316,7	7761,31	8387,819	11316,66	8401,309
		Azola	8937,79	11866,6	8951,29	9577,795	13146,64	10231,29
		Zona 35	9172,51	12101,4	8546,00	9172,505	12101,35	9825,996
		Salwa	9352,51	12921,4	8726,00	9352,508	13561,35	10646
		Paris	4930,29	6210,29	6210,29	4930,292	6850,292	7490,292
		Love	3234,79	4514,79	5154,79	3874,788	5794,788	6434,788
		Liana	3548,05	4188,05	4188,05	4188,046	5468,046	6748,046
		Elvis	4558,37	5838,37	5198,37	5198,372	7118,372	7758,372
		Eravone	5340,61	6620,61	5980,61	5340,608	7900,608	8540,608
		Faza	3614,32	4894,32	4254,32	3614,321	5534,321	6174,321
		Koridor	17386,82	23146,8	21226,82	18026,82	32746,82	38506,82
		F.keamanan	9445,41	12514,3	10210,84	9829,411	143703,3	13858,84
		Total	103899,52	137658	112319,23	108123,5	287406,7	152447,2

Tabel 4.73 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-8 Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00

No	AC	Tenant	Week day (Btu/hr)			Week end (Btu/hr)		
			11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	MZ-8	Buti	127701,6	105621,3	75780,387	128342	108181,3	84740,39
		F.keamanan	12770,16	10562,13	7578,0387	12834,2	10818,13	8474,039
		Total	140471,7	116183,5	83358,425	141176	118999,5	93214,43



Tabel 4.74 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-11 Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00

No	AC	Tenant	Week day (Btu/hr)			Week end (Btu/hr)		
			11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	MZ-11	Lina	3224,7782	4504,776	3864,7782	3224,78	5144,778	5784,778
		Koridor	13876,767	16795,74	16639,845	14516,8	22555,74	26879,84
		F.keamanan	1710,1546	2130,052	2050,4623	1774,15	2770,052	3266,462
		Total	18811,7	23430,57	22555,085	19515,7	30470,57	35931,09

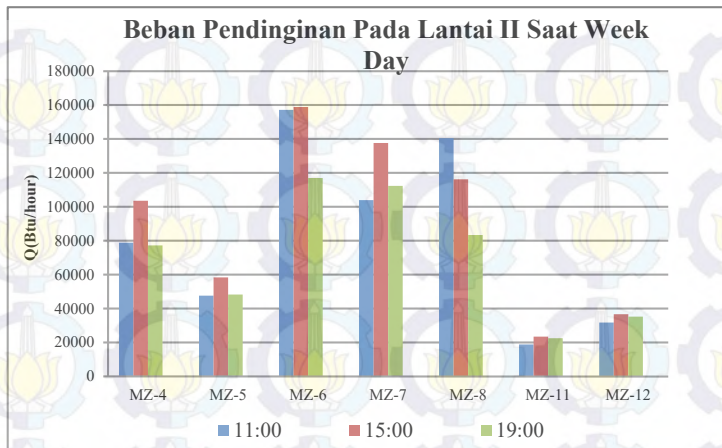
Tabel 4.75 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-12 Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00

No	AC	Tenant	Week day (Btu/hr)			Week end (Btu/hr)		
			11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	MZ-12	Koridor	28837,77	33311,48	32056,66	29477,77	40351,48	44856,66
		F.keamanan	2883,78	3331,15	3205,67	2947,78	4035,15	4485,67
		Total	31721,552	36642,6	35262,33	32425,6	44386,63	49342,33

Tabel 4.76 Total Beban Pendinginan tiap Tenant Lantai IV Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00

No	Tenant	Week day (Btu/hr)			Week end (Btu/hr)		
		11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	Sri ratu	590628,25	607747,56	629927,06	609828,25	671747,56	738727,06
2	F.Keamanan	59062,82	60774,76	62992,71	60982,82	67174,76	73872,71
Total		649691,07	668522,2	692919,77	670811,07	738922,32	812599,77

Hasil dari perhitungan yang telah dilakukan untuk Pukul 11.00, Pukul 15.00, dan Pukul 19.00 didapatkan besarnya beban pendinginan total untuk tiga waktu untuk masing-masing AC. Dari total beban pendinginan tersebut dapat diketahui waktu beban pendinginan puncak. Berikut adalah grafik yang akan menunjukkan beban pendinginan untuk tiga waktu pada lantai II dan IV

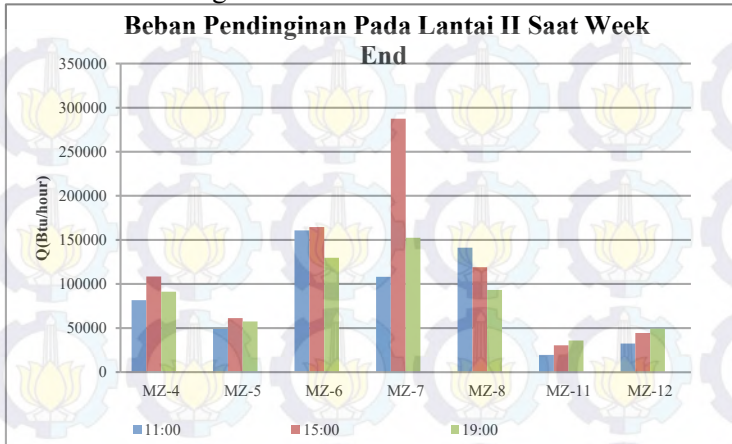
❖ **Beban Pendinginan Lantai II saat weekday**

Gambar 4.7 Grafik Beban Pendinginan Pada Lantai II (Weekday)

Dari gambar 4.7 di atas terlihat besar beban pendinginan untuk masing-masing wilayah pendinginan tiap AC pada lantai II. Dari gambar tersebut terlihat bahwa beban pendinginan puncak AC MZ-04, AC MZ-5, AC MZ-6, AC MZ-11 dan AC MZ-12 terjadi pada pukul 15.00 sedangkan untuk ACMZ-8 beban pendinginan terjadi pada pukul 11.00.

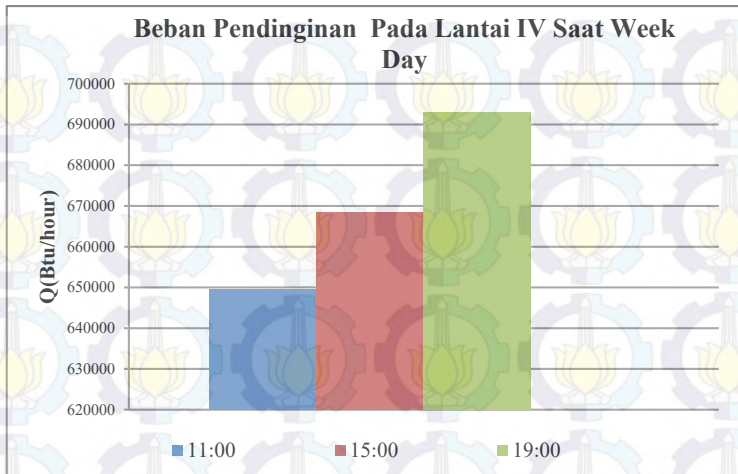


❖ **Beban Pendinginan Lantai II saat week end**



Gambar 4.8 Grafik Beban Pendinginan Pada Lantai II (Week end)

Dari gambar 4.8 di atas terlihat besar beban pendinginan untuk masing-masing wilayah pendinginan tiap AC pada lantai II. Dari gambar tersebut terlihat bahwa beban pendinginan puncak AC MZ-04, AC MZ-5 dan AC MZ-6 terjadi pada pukul 15.00 untuk ACMZ-8 beban pendinginan terjadi pada pukul 11.00, sedangkan untuk AC MZ-11 dan AC MZ-12 terjadi pada pukul 19.00.

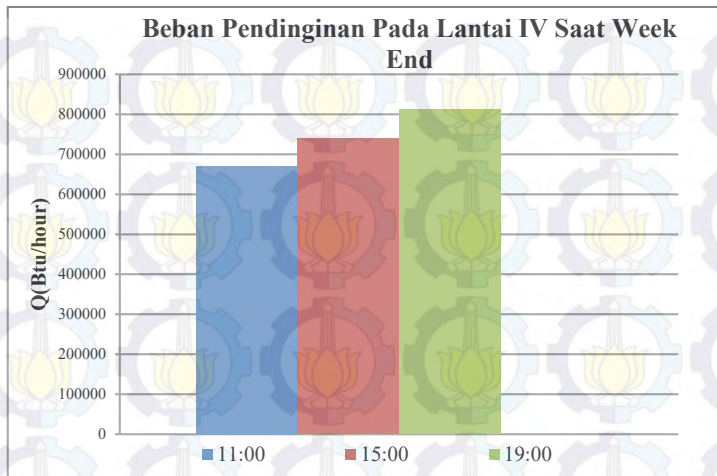
❖ **Beban Pendinginan Pada Lantai IV saat weekday**

Gambar 4.9 Grafik Beban Pendinginan Pada Lantai IV (Weekday)

Dari gambar 4.9 diatas terlihat bahwa beban pendinginan maksimum pada lantai IV saat week day terjadi pada pukul 19:00 .Beban pendinginan terendah pada lantai IV terjadi pada pukul 11.00. Sedangkan beban pendinginan sedang terjadi pada pukul 15.00.



❖ **Beban Pendinginan Pada Lantai IV saat week end**



Gambar 4.10 Grafik Beban Pendinginan Pada Lantai IV (Week end)

Dari gambar 4.10 diatas terlihat bahwa beban pendinginan maksimum pada lantai IV saat week end terjadi pada pukul 19:00. Beban pendinginan terendah pada lantai IV terjadi pada pukul 11.00. Sedangkan beban pendinginan sedang terjadi pada pukul 15.00.

4.2.4.2 Beban Pendinginan Tenant-Tenant Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri Setelah Rekomendasi

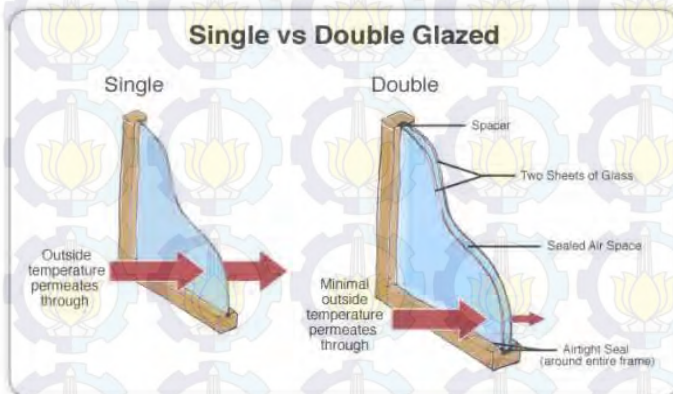
Rekomendasi beban pendinginan diberikan untuk penghematan pada tenant-tenant yang ada di Lantai II dan IV mall XYZ Kediri. Rekomendasi yang diberikan disini adalah dengan pergantian kaca dari *single glass* ke *double glass* dan pergantian lampu dari lampu *fluorescent* biasa menjadi LED. Untuk lantai II kedua rekomendasi dapat di aplikasikan, sedangkan untuk lantai IV hanya pergantian lampu saja. Berikut perhitungan beban pendinginan setelah rekomendasi

a. Pergantian tipe kaca dari *single glass* ke *double glass*

Pergantian kaca dari *single glass* ke *double glass* mempengaruhi besar beban pendinginan secara transmisi dan radiasi kaca. Hal ini dikarenakan adanya beberapa perbedaan karakteristik dari kedua jenis kaca tersebut. Kaca *double glass* yang dijadikan rekomendasi memiliki ketebalan masing-masing 0,25 in dimana diantara kedua kaca terdapat rongga udara dan kaca jelas baik bagian luar maupun dalam. Berikut perbedaan kaca *single glass* dan *double glass*:

Tabel 4.77 Perbedaan Kaca *Single Glass* dan *Double Glass*

No	Perbedaan	Kaca single glass	Kaca double glass
1	<i>Overall Coefficient of Heat Transmission (U-Factor)</i>	1,04 Btu/(hr.ft ² .F)	0,56 Btu/(hr.ft ² .F)
2	Shading Coefficient	0,94	0,81



Gambar 4.11 Perbedaan kaca *single glass* dan *double glass*

Dari perbedaan karakteristik tersebut maka beban transmisi dan radiasi kaca yang terjadi juga berbeda yaitu beban transmisi maupun radiasi kaca *double glass* lebih kecil daripada kaca *single glass*.



✚ Beban transmisi kaca *double glass*

- Luas Kaca (A)

Luas yang terkena sinar matahari pada tenant Buti terletak pada dinding bagian timur,timur laut dan utara dengan nilai luasan total kaca yang diukur $A = 944,808 \text{ft}^2$

- *Overall Heat Transfer Coefficient* (U)

Pada lampiran tabel ASHRAE 3.14 A , untuk kaca *double glass* didapatkan nilai $U = 0,56 \text{ Btu}/(\text{hr}/\text{ft}^2.\text{F})$.

- *Cooling Load Temperature Difference Correction* (CLTD_c)

Nilai *Cooling Load Temperature Difference Correction* (CLTD_c) untuk kaca didapatkan dari persamaan 2.4 sebagai berikut :

$$\text{CLTD}_c = \text{CLTD} + (78 - t_r) + (t_o - 85)$$

Dimana :

- CLTD

Tabel 4.78 CLTD (°F) untuk Kaca

Solar Time, Hr																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
CLTD, °F																							
1	0	-1	-2	-2	-2	-2	0	2	4	7	9	12	13	14	14	13	12	10	8	6	4	3	2

- Temperatur ruang (t_r) dan luar (t_o) rancangan

Untuk temperature ruang rancangan (t_r) didapatkan $t_r = 75,2$ °F . Sedangkan t_o didapat dengan perumusan sebagai berikut :

$$t_o = \left\{ t_{o \max} - \left(\frac{t_{o \max} - t_{o \min}}{2} \right) \right\} \text{°F}$$

$$t_o = \left\{ 91,4 - \left(\frac{91,4 - 75,2}{2} \right) \right\} \text{°F}$$

$$t_o = 80,6 \text{°F}$$

Sehingga,

- Nilai CLTD_c Pukul 19:00

$$\text{CLTD}_c = \text{CLTD} + (78 - t_r) + (t_o - 85)$$

$$\text{CLTD}_c = 10 + (78 - 75,2) + (80,6 - 85)$$

$$\text{CLTD}_c = 8,4 \text{°F}$$



- **Beban Transmisi Melalui Kaca (Q)**
Nilai beban transmisi melalui kaca pada tenant dapat dihitung sebagai berikut :
 - **Beban Transmisi Melalui Kaca (Q) pukul 19:00**
$$Q = U \times A \times CLTD_C$$
$$Q = 0,56 \frac{BTU}{Hr. ft^2. ^\circ F} \times 944,808 ft^2 \times 8,4 ^\circ F$$
$$Q = 4444,377 BTU/Hr$$
- **Perbandingan Beban Transmisi dari Kaca *Single Glass* ke *Double Glass***
Hasil beban transmisi kaca seluruh tenant menggunakan kaca tipe *double glass* ditunjukkan pada tabel 4.78 berikut.
Tabel 4.79 Beban Transmisi Kaca Tenant Menggunakan Kaca Tipe *Single Glass* dan *Double Glass*

No	AC	Tenant	Single Glass (Btu Hr)			Double Glass (Btu Hr)			Penghematan (Btu/Hr)		
			11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	MZ-4	Bella	1378,17	3164,68	2143,81	742,09	1704,06	1154,36	636,08	1460,62	989,45
		35 nett	689,08	1582,34	1071,91	371,04	852,03	577,18	318,04	730,31	494,73
		Jedd	1808,73	4153,39	2813,59	973,93	2236,44	1515,01	834,80	1916,95	1298,58
2	MZ-5	Bloom	1414,49	3248,08	2200,31	761,65	1748,96	1184,78	652,84	1499,11	1015,53
3	MZ-6	Mutiara	2248,66	5163,58	3497,91	1210,82	2780,39	1883,49	1037,84	2383,19	1614,42
		Naughty	2103,57	4830,42	3272,22	1132,69	2600,99	1761,96	970,88	2229,42	1510,25
		Konidor	2030,99	4663,76	3159,32	1093,61	2511,26	1701,17	937,38	2152,51	1458,15
4	MZ-7	Reviola	543,99	1249,17	846,21	292,92	672,63	455,65	251,07	576,54	390,56
		Malibo	543,99	1249,17	846,21	292,92	672,63	455,65	251,07	576,54	390,56
		Horli	689,08	1582,34	1071,91	371,04	852,03	577,18	318,04	730,31	494,73
		Azola	689,08	1582,34	1071,91	371,04	852,03	577,18	318,04	730,31	494,73
		Zona 35	689,08	1582,34	1071,91	371,04	852,03	577,18	318,04	730,31	494,73
		Salwa	689,08	1582,34	1071,91	371,04	852,03	577,18	318,04	730,31	494,73
5	MZ-8	Buti	5306,04	12184,24	8253,84	2857,10	6560,75	4444,38	2448,94	5623,50	3809,47
Total Penghematan									9611,10	22069,93	14950,60

Adapun beban radiasi kaca yang diganti dari tipe single glass menjadi tipe double glass pada tenant Buti adalah sebagai berikut:



✚ Beban radiasi kaca double glass

- Luas kaca (A)

Luas yang tersinari pada tenant Buti terletak pada bagian timur, timur laut dan utara dengan nilai luasan kaca sebagai berikut

$$A_{\text{timur}} = 839,542 \text{ ft}^2$$

$$A_{\text{utara}} = 92,354 \text{ ft}^2$$

$$A_{\text{timur laut}} = 12,912 \text{ ft}^2$$

- SHGF

Nilai SHGF pada bulan Agustus didapat dari tabel 3.25 ASHRAE. Untuk posisi timur = 239 Btu/(Hr.ft²), utara = 110 Btu/(Hr.ft²), dan timur laut = 219 Btu/(Hr.ft²)

- *Shading Coefficient* (SC)

Pada lampiran dapat dilihat tabel ASHRAE 3.18 untuk nilai SC berdasarkan jenis kaca yaitu *double glass* 1/4 in maka didapatkan nilai SC = 0,81

- *Cooling Load Factor* (CLF)

Pada lampiran dapat dilihat tabel ASHRAE 3.27 untuk nilai CLF pukul 19.00

- Timur = 0,17

- Utara = 0,29

- Timur Laut = 0,21

- Beban Radiasi Melalui Kaca (Q)

Nilai beban radiasi melalui kaca pada tenant Buti dapat dihitung sebagai berikut :

- Beban radiasi melalui kaca (Q) kaca posisi timur

$$Q = \text{SHGF} \times A \times \text{SC} \times \text{CLF}$$

$$Q = 245 \frac{\text{BTU}}{\text{Hr. ft}^2} \times 839,542 \text{ ft}^2 \times 0,81 \times 0,17$$

$$Q = 28323,212 \text{ BTU/Hr}$$

- Beban radiasi melalui kaca (Q) kaca posisi utara

$$Q = \text{SHGF} \times A \times \text{SC} \times \text{CLF}$$

$$Q = 110 \frac{\text{BTU}}{\text{Hr. ft}^2} \times 92,354 \text{ ft}^2 \times 0,81 \times 0,29$$



$$Q = 2386,337 \text{ BTU/Hr}$$

- Beban radiasi melalui kaca (Q) kaca posisi timur laut

$$Q = \text{SHGF} \times A \times \text{SC} \times \text{CLF}$$

$$Q = 219 \frac{\text{BTU}}{\text{Hr. ft}^2} \times 12,912 \text{ ft}^2 \times 0,81 \times 0,21$$

$$Q = 480,996 \text{ BTU/Hr}$$

Sehingga, didapatkan:

$$\begin{aligned} \text{Total } Q_{\text{radiasi}} &= Q_{\text{NE}} + Q_{\text{N}} + Q_{\text{E}} \\ &= 31190,545 \text{ Btu/hr} \end{aligned}$$

- Perbandingan Beban Radiasi dari Kaca *Single Glass* ke *Double Glass*

Pebandingan beban radiasi kaca seluruh tenant menggunakan kaca tipe *single glass* dengan *double glass* ditunjukkan pada tabel 4.80 berikut

Tabel 4.80 Beban Radiasi Kaca Tenant Menggunakan Kaca Tipe *Single Glass* dan *Double Glass*

No	AC	Tenant	Single Glass (Btu Hr)			Double Glass (Btu Hr)			Penghematan (Btu Hr)		
			11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	MZ-4	Bella	10657,23	13448,41	7358,56	9183,36	11588,52	6340,89	1473,87	1859,89	1017,67
		35 nett	5328,62	6724,21	3679,28	4591,68	5794,26	3170,45	736,94	929,94	508,84
		Jedd	15738,38	19390,77	12353,59	13561,80	16709,07	10645,12	2176,58	2681,70	1708,48
2	MZ-5	Bloom	10938,08	13802,82	7552,48	9425,37	11893,92	6507,99	1512,71	1908,90	1044,49
3	MZ-6	Mutiara	28223,02	23814,28	13490,36	24319,83	20520,82	11624,67	3903,18	3293,46	1865,69
		Naughty	16266,70	20527,02	11231,77	14017,05	17688,18	9678,44	2249,65	2838,84	1553,33
		Koridor	41690,90	26801,29	15634,09	35925,14	23094,73	13471,93	5765,76	3706,56	2162,16
4	MZ-7	Reviola	4206,65	5308,40	2904,59	3624,88	4574,26	2502,89	581,77	734,14	401,70
		Malibo	4206,65	5308,40	2904,59	3624,88	4574,26	2502,89	581,77	734,14	401,70
		Horli	5328,62	6724,21	3679,28	4591,68	5794,26	3170,45	736,94	929,94	508,84
		Azola	5328,62	6724,21	3679,28	4591,68	5794,26	3170,45	736,94	929,94	508,84
		Zona 35	5328,62	6724,21	3679,28	4591,68	5794,26	3170,45	736,94	929,94	508,84
		Salwa	5328,62	6724,21	3679,28	4591,68	5794,26	3170,45	736,94	929,94	508,84
		Buti	92260,56	60715,42	35391,48	79501,12	52318,61	30496,91	12759,44	8396,81	4894,57
Total Penghematan									34689,43	30804,17	17593,97

- Penghematan Beban Pendingan Akibat Pergantian Kaca

Untuk menghitung penghematan akibat pergantian kaca menggunakan penghematan yang terbesar yaitu pada pukul 11.00. Adapun total penurunan beban pendinginan dari seluruh tenant di lantai II mall "XYZ" di Kediri yang didapat setelah penggantian kaca double glass yaitu pada pukul 11.00 sebesar 34689,43



Btu/hr. Dan apabila dihitung besar penghematan biaya akibat penggantian tersebut adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Penghematan/ tahun} &= 34689,43 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ W}}{3,41 \text{ Btu/hr}} \times \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}} \times \frac{13 \text{ jam}}{\text{hari}} \\ &\quad \times \frac{365 \text{ hari}}{\text{tahun}} \\ &= 48270,189 \text{ kWh/ tahun} \end{aligned}$$

Harga listrik per kWh pada mall "XYZ" di Kediri yaitu Rp 2040,00/ kWh

$$\begin{aligned} \text{Rp/ tahun} &= 48270,189 \frac{\text{kWh}}{\text{tahun}} \times \frac{\text{Rp } 2040,00}{\text{kWh}} \\ &= \text{Rp } 98.471.186,07/ \text{tahun} \end{aligned}$$

✚ Menghitung *Net Present Value (NPV)* dan *simple payback period* untuk pergantian kaca dari *single glass* menjadi *double glass*

Contoh perhitungan *Net Present Value (NPV)* dan *simple payback period* pada pukul 11.00. Biaya investasi dan penghematan untuk pergantian kaca dari *single glass* ke *double glass* adalah sebagai berikut:

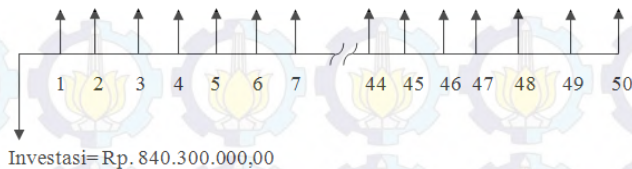
Tabel 4.81 Besar Biaya Investasi dan Penghematan dengan Kaca *Double Glass*

Keterangan	Luas kaca (m ²)	Harga per meter persegi	Total harga
Investasi			
Pembelian kaca double glass	3707,99	Rp. 225.000,00	Rp.834.300.000,00
Jasa pemasangan kaca			Rp.6.000.000,00
Total			Rp. 840.300.000,00
Penghematan			
Penghematan per tahun			Rp 98.471.186,07
Total			Rp 98.471.186,07

Dengan umur investasi kaca 50 tahun maka didapat aliran kas sebagai berikut:



Penghematan Rp 98.471.186,07



Dengan asumsi tingkat suku bunga per tahunnya 10% maka dapat dihitung nilai *NPV* sebagai berikut.

$$\begin{aligned} NPV &= - \text{Rp. } 840.300.000,00 + \text{Rp } 98.471.186,07 (P/A, 10\%, 50) \\ &= - \text{Rp. } 840.300.000,00 + \text{Rp } 98.471.186,07 (9,9148) \\ &= \text{Rp. } 136.022.115,6 \end{aligned}$$

Karena *NPV* memiliki harga positif, maka pergantian kaca layak dilakukan. Sedangkan *payback period* dari investasi tersebut dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Payback period} &= \frac{\text{Total Investasi}}{\text{Proceed rata-rata tahunan}} \times 1 \text{ tahun} \\ &= \frac{\text{Rp. } 840.300.000,00}{\text{Rp } 98.471.186,07} \times 1 \text{ tahun} \\ &= 8,533 \text{ tahun} \approx 8 \text{ tahun } 7 \text{ bulan} \end{aligned}$$

b. Pergantian tipe lampu

✚ Penurunan beban pendinginan akibat pergantian lampu

Pada pembahasan sebelumnya mengenai intensitas pencahayaan minimum dan daya maksimum telah dilakukan rekomendasi pergantian lampu dimana konsumsi daya untuk penerangan berkurang. Secara tidak langsung pergantian lampu juga menurunkan beban pendinginan. Berikut beban pendinginan sebelum dan setelah pergantian lampu:



Tabel 4.82 Beban Pendinginan Akibat Penerangan Sebelum dan Setelah Pergantian Lampu Pada Lantai II

No	AC	Tenant	Saat Ini	Rekomendasi	Penghematan
			Q (Btu/Hr)	Q (Btu/Hr)	Q (Btu/Hr)
1	MZ-4	Bella	4746,72	1337,27	3409,45
		35nett	1047,55	425,57	621,98
		Jade	6195,29	907,61	5287,68
		Samsat	417,38	214,83	202,55
		Koridor	708	4860,4776	-4152,48
2	MZ-5	Bloom	2504,30	1575,42	928,88
		Izone	5254,13	1385,55	3868,58
		Koridor	518,4	5786,088	-5267,69
3	MZ-6	Mutiara	892,06	1435,47	-543,42
		Naughty	3805,56	2363,13	1442,43
		Koridor	2097,6	7911,882	-5814,28
4	MZ-7	Raviola	752,93	241,43	511,50
		Malibo	1227,60	319,18	908,42
		Horli	450,12	319,18	130,94
		Azola	360,10	319,18	40,92
		Zona 35	343,73	319,18	24,55
		Salwa	1358,54	382,19	976,35
		Paris	1055,74	501,27	554,47
		Love	634,26	286,44	347,82
		Liana	572,88	458,30	114,58
		Elvis	965,71	482,86	482,86
		Eravone	883,87	349,87	534,01
		Faza	957,53	433,75	523,78
		Koridor	2176,8	8312,0796	-6135,28
5	MZ-8	Buti	20820,10	11319,70	9500,40



6	MZ-11	Lina	249,61	294,62	-45,01
		Koridor	1848	4583,04	-2735,04
7	MZ-12	Koridor	1296	5585,58	-4289,58
Total Penghematan					1429,38

Tabel 4.83 Beban Pendinginan Akibat Penerangan Sebelum dan Setelah Pergantian Lampu Pada Lantai IV

No	Tenant	Saat Ini	Rekomendasi	Penghematan
		Q (Btu/hr)	Q (Btu/hr)	Q (Btu/hr)
1	SriRatu	443302,73	139516,74	303785,99

✚ Penghematan beban pendinginan akibat pergantian tipe lampu
Total penurunan beban pendinginan akibat pergantian lampu pada lantai II dan IV adalah:

Total penghematan = Penghematan lantai II + Penghematan Lantai IV

$$= 1429,38 \text{ Btu/hr} + 303785,99 \text{ Btu/hr}$$

$$= 305215,37 \text{ Btu/hr}$$

$$\begin{aligned} \text{Penghematan/ tahun} &= 305215,37 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ W}}{3.41 \text{ Btu/hr}} \times \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}} \times \\ &\quad \frac{13 \text{ jam}}{\text{hari}} \times \frac{365 \text{ hari}}{\text{tahun}} \\ &= 424705,845 \text{ kWh/ tahun} \end{aligned}$$

Harga listrik per kWh pada mall "XYZ" di Kediri yaitu Rp 2040,00/ kWh

$$\begin{aligned} \text{Rp/ tahun} &= 424705,845 \frac{\text{kWh}}{\text{tahun}} \times \frac{\text{Rp } 2040,00}{\text{kWh}} \\ &= \text{Rp } 866.399.923,3/ \text{tahun} \end{aligned}$$

✚ Menghitung *Net Present Value (NPV)* dan *simple payback period* untuk pergantian lampu dari lampu biasa menjadi lampu LED

Biaya investasi dan penghematan untuk pergantian lampu LED adalah sebagai berikut:



Tabel 4.84 Besar Biaya Investasi dan Penghematan dengan lampu Led

Keterangan	Jumlah	Harga satuan	Total harga
Investasi			
Twin HP LED Downlight	21	Rp.4.800.000,00	Rp.100.800.000,00
LED Downlight	1297	Rp.400.000,00	Rp. 518.800.000,00
Adjustable led spot	296	Rp.350.000,00	Rp. 103.600.000,00
Midi LED Downlight	9	Rp.420.000,00	Rp. 3.780.000,00
Nairo LED Floodlight	18	Rp.500.000,00	Rp.9.000.000,00
Phillip LED Bulb 13 watt	32	Rp.95.000,00	Rp. 3.040.000,00
Master TL5 HE 21 watt	203	Rp.34.000,00	Rp.6.902.000,00
Master TL5 HE 14 watt	543	Rp.34.000,00	Rp.18.462.000,00
Philip TL mini	12	Rp.32.000,00	Rp.384.000,00
Phillip LED Bulb 18 watt	6	Rp.155.000,00	Rp. 930.000,00
Master TL5 HE 12 watt	2	Rp.33.000,00	Rp.66.000,00
Mini Gimbal LED	6	Rp.260.000,00	Rp. 1.560.000,00
Master TL5 HE	188	Rp.34.000,00	Rp. 6.392.000,00
Biaya jasa			Rp. 6.000.000,00
Total			Rp.779.716.000,00
Penghematan			



Penghematan/tahun			Rp 866.399.923,3
Total			Rp 866.399.923,3

Dengan umur investasi lampu LED 4 tahun maka didapat aliran kas sebagai berikut:

Penghematan Rp 866.399.923,3

Investasi Rp.779.716.000,00

Dengan asumsi tingkat suku bunga per tahunnya 10% maka dapat dihitung nilai *NPV* sebagai berikut.

$$\begin{aligned} NPV &= - \text{Rp. } 779.716.000,00 + \text{Rp } 866.399.923,3 (P/A, 10\%, 4) \\ &= - \text{Rp. } 779.716.000,00 + \text{Rp } 866.399.923,3 (3,1699) \\ &= \text{Rp. } 1.966.685.117,00 \end{aligned}$$

Karena *NPV* memiliki harga positif, maka pergantian lampu layak dilakukan. Sedangkan payback period dari investasi tersebut dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Payback period} &= \frac{\text{Total Investasi}}{\text{Proceed rata-rata tahunan}} \times 1 \text{ tahun} \\ &= \frac{\text{Rp. } 779.716.000,00}{\text{Rp } 866.399.923,3} \times 1 \text{ tahun} \\ &= 0,899 \text{ tahun} \approx 11 \text{ bulan} \end{aligned}$$

c. Total beban pendinginan setelah rekomendasi pergantian kaca dan lampu

Tabel 4.85 Total Beban Pendinginan Setelah Pergantian Kaca dan Lampu Pada AC MZ-4 Lantai II

No	AC	Tenant	Week day (Btu/hr)			Week end (Btu/hr)		
			11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	MZ-4	Bella	14486,28	20413,413	13336,084	15126,28	20413,413	15256,084
		35nett	7971,858	10935,425	8036,7599	8611,858	11575,425	9316,7599
		Jade	19099,013	26068,793	18003,408	19739,013	26068,793	20563,408
		Samsat	8314,6655	9678,9882	7927,6335	8314,6655	10318,988	9207,6335
		Koridor	10225,488	12145,488	11505,488	10865,488	15345,488	17265,488
		F. keamanan	6009,7304	7924,2107	5880,9373	6265,7304	8372,2107	7160,9373
		Total	66107,035	87166,318	64690,311	68923,035	92094,318	78770,311



Tabel 4.86 Total Beban Pendinginan Setelah Pergantian Kaca dan Lampu Pada AC MZ-5 Lantai II

No	AC	Tenant	Week day (Btu/hr)			Week end (Btu/hr)		
			11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	MZ-5	Bloom	16008,103	21383,97	14793,864	17288,103	22023,97	14793,864
		Izone	5378,4232	7938,4232	7298,4232	6018,4232	7938,4232	7298,4232
		Koridor	20182,279	20822,279	20182,279	19542,279	22742,279	20182,279
		F.keamanan	4156,8805	5014,4672	4227,4566	4284,8805	5270,4672	4227,4566
		Total	45725,686	55159,14	46502,023	47133,686	57975,14	46502,023

Tabel 4.87 Total Beban Pendinginan Setelah Pergantian Kaca dan Lampu Pada AC MZ-6 Lantai II

No	AC	Tenant	Week day (Btu/hr)			Week end (Btu/hr)		
			11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	MZ-6	Mutiara	28246,122	27296,682	16223,634	28886,122	27296,682	16863,634
		Naughty	22964,947	31944,381	22455,61	24244,947	32584,381	25655,61
		Koridor	81702,377	73489,616	62416,729	82982,377	77969,616	70096,729
		F.keamanan	13291,345	13273,068	10109,597	13611,345	13785,068	11261,597
		Total	146204,79	146003,75	111205,57	149724,79	151635,75	123877,57

Tabel 4.88 Total Beban Pendinginan Setelah Pergantian Kaca dan Lampu Pada AC MZ-7 Lantai II

No	AC	Tenant	Week day (Btu/hr)			Week end (Btu/hr)		
			11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	MZ-7	Raviola	6257,8598	8866,9445	6578,6057	6897,8598	8866,9445	7218,6057
		Malibo	6646,7561	8615,8408	6327,502	6646,7561	9255,8408	7607,502
		Horli	7201,9002	9525,4669	6626,8021	7201,9002	9525,4669	7266,8021
		Azola	7841,9002	10165,467	7906,8021	8481,9002	11445,467	9186,8021
		Zona 35	8092,9785	10416,545	7517,8804	8092,9785	10416,545	8797,8804
		Salwa	7321,182	10284,749	6746,0839	7321,182	10924,749	8666,0839
		Paris	4375,8258	5655,8258	5655,8258	4375,8258	6295,8258	6935,8258
		Love	2886,9683	4166,9683	4806,9683	3526,9683	5446,9683	6086,9683
		Liana	3433,4702	4073,4702	4073,4702	4073,4702	5353,4702	6633,4702
		Elvis	4075,5162	5355,5162	4715,5162	4715,5162	6635,5162	7275,5162
		Eravone	4806,602	6086,602	5446,602	4806,602	7366,602	8006,602
		Faza	3090,5453	4370,5453	3730,5453	3090,5453	5010,5453	5650,5453
		Koridor	23522,101	29282,101	27362,101	24162,101	38882,101	44642,101
		F.keamanan	8955,3605	11686,604	9749,4705	9339,3605	13542,604	13397,47
		Total	98508,966	128552,65	107244,18	102732,97	148968,65	147372,18



Tabel 4.89 Total Beban Pendinginan Setelah Pergantian Kaca dan Lampu Pada AC MZ-8 Lantai II

No	AC	Tenant	Week day (Btu/hr)			Week end (Btu/hr)		
			11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	MZ-8	Buti	102992,77	82100,617	57575,959	103632,77	84660,617	66535,959
		F.keamanan	10299,277	8210,0617	5757,5959	10363,277	8466,0617	6653,5959
		Total	113292,05	90310,678	63333,554	113996,05	93126,678	73189,554

Tabel 4.90 Total Beban Pendinginan Setelah Pergantian Kaca dan Lampu Pada AC MZ-11 Lantai II

No	AC	Tenant	Week day (Btu/hr)			Week end (Btu/hr)		
			11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	MZ-11	Lina	3269,7902	4549,7902	3909,7902	3269,7902	5189,7902	5829,7902
		Koridor	16611,807	19530,782	19374,885	17251,807	25290,782	29614,885
		F.keamanan	1988,1598	2408,0572	2328,4675	2052,1598	3048,0572	3544,4675
		Total	21869,757	26488,629	25613,142	22573,757	33528,629	38989,142

Tabel 4.91 Total Beban Pendinginan Setelah Pergantian Kaca dan Lampu Pada AC MZ-12 Lantai II

No	AC	Tenant	Week day (Btu/hr)			Week end (Btu/hr)		
			11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	MZ-12	Koridor	36327,354	37601,058	36346,244	33767,354	44641,058	49146,244
		F.keamanan	3632,7354	3760,1058	3634,6244	3376,7354	4464,1058	4914,6244
		Total	39960,09	41361,164	39980,868	37144,09	49105,164	54060,868

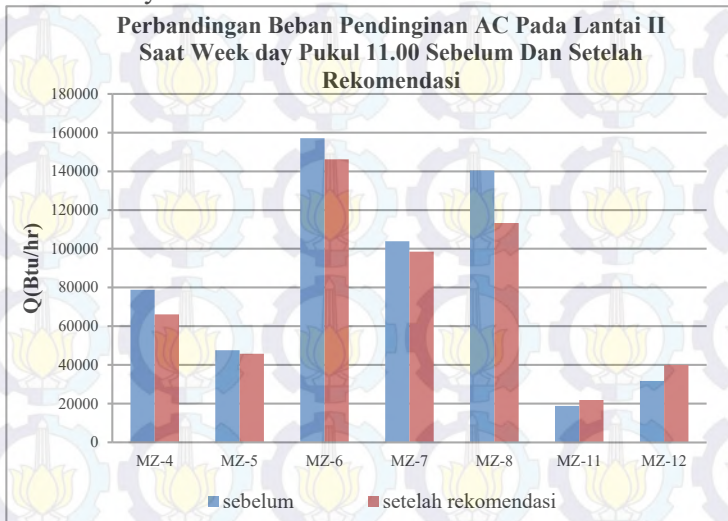
Tabel 4.92 Total Beban Pendinginan Setelah Pergantian Lampu Pada Lantai IV

No	Tenant	Week day (Btu/hr)			Week end (Btu/hr)		
		11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	Sri ratu	28684,26	303961,58	326141,08	306042,26	367961,58	434941,08
2	F.Keamanan	28684,23	30396,16	32614,11	30604,23	36796,16	43494,11
Total		315526,48	334357,73	358755,18	336646,48	404757,73	478435,18

Setelah diberikan rekomendasi pergantian kaca dan lampu maka beban pendinginan akan turun. Berikut adalah grafik perbandingan beban pendinginan dengan kapasitas AC yang terpasang untuk lantai II dan IV setelah rekomendasi



❖ Perbandingan Beban Pendinginan AC Pada Lantai II Saat Week day Pukul 11.00 Sebelum Dan Setelah Rekomendasi

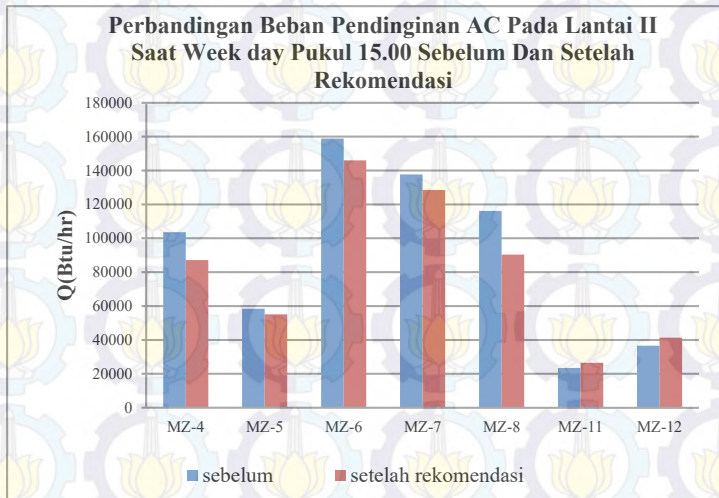


Gambar 4.12 Perbandingan Beban Pendinginan AC Pada Lantai II Saat Week day Pukul 11.00 Sebelum Dan Setelah Rekomendasi

Dari gambar 4.12 terlihat bahwa beban pendinginan saat week day pukul 11.00 untuk lima AC yaitu MZ-4, MZ-5, MZ-6, MZ-7 dan MZ-8 setelah diberikan rekomendasi mengalami penurunan beban pendinginan. Sedangkan untuk AC MZ-11 dan MZ-12 mengalami kenaikan beban pendinginan karena penambahan jumlah lampu. Namun secara keseluruhan untuk beban pendinginan untuk lantai II mengalami penurunan.



❖ Perbandingan Beban Pendinginan AC Pada Lantai II Saat Week day Pukul 15.00 Sebelum Dan Setelah Rekomendasi

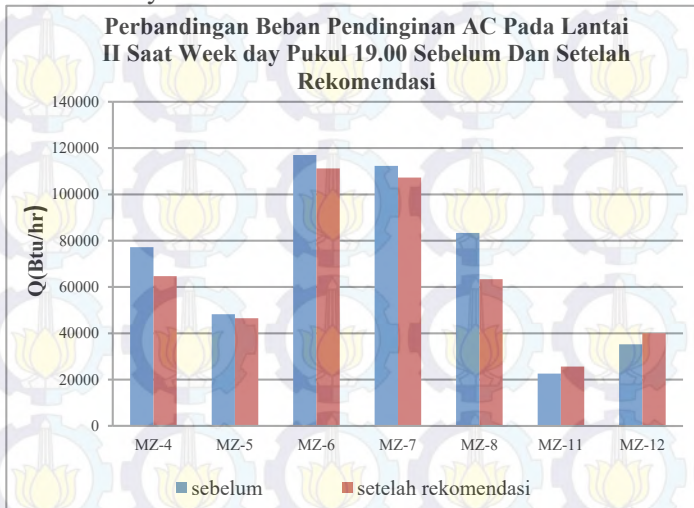


Gambar 4.13 Perbandingan Beban Pendinginan AC Pada Lantai II Saat Week day Pukul 15.00 Sebelum Dan Setelah Rekomendasi

Dari gambar 4.13 terlihat bahwa beban pendinginan saat week day pukul 15.00 untuk lima AC yaitu MZ-4, MZ-5, MZ-6, MZ-7 dan MZ-8 setelah diberikan rekomendasi mengalami penurunan beban pendinginan. Sedangkan untuk AC MZ-11 dan MZ-12 mengalami kenaikan beban pendinginan karena penambahan jumlah lampu. Namun secara keseluruhan untuk beban pendinginan untuk lantai II mengalami penurunan.



❖ **Perbandingan Beban Pendinginan AC Pada Lantai II Saat Week day Pukul 19.00 Sebelum Dan Setelah Rekomendasi**

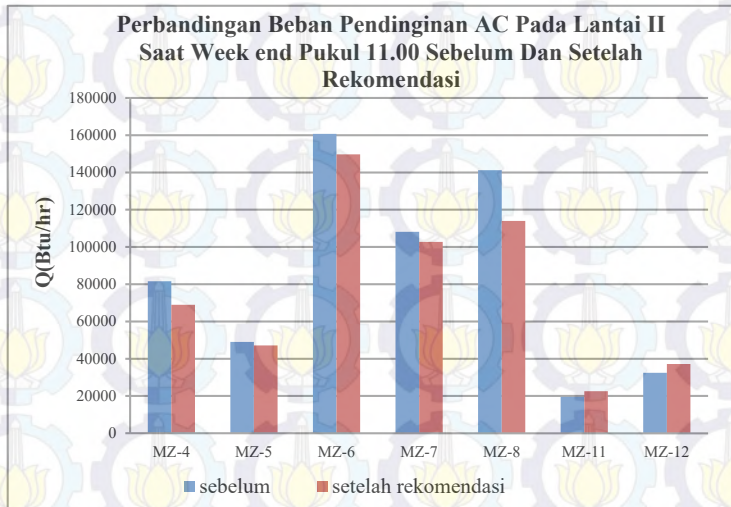


Gambar 4.14 Perbandingan Beban Pendinginan AC Pada Lantai II Saat Week day Pukul 19.00 Sebelum Dan Setelah Rekomendasi

Dari gambar 4.14 terlihat bahwa beban pendinginan saat week day pukul 19.00 untuk lima AC yaitu MZ-4, MZ-5, MZ-6, MZ-7 dan MZ-8 setelah diberikan rekomendasi mengalami penurunan beban pendinginan. Sedangkan untuk AC MZ-11 dan MZ-12 mengalami kenaikan beban pendinginan karena penambahan jumlah lampu. Namun secara keseluruhan untuk beban pendinginan untuk lantai II mengalami penurunan.



❖ **Perbandingan Beban Pendinginan AC Pada Lantai II Saat Week end Pukul 11.00 Sebelum Dan Setelah Rekomendasi**

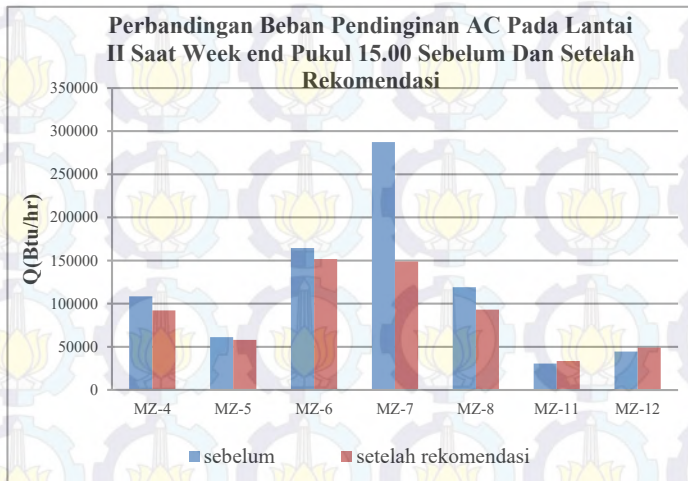


Gambar 4.15 Perbandingan Beban Pendinginan AC Pada Lantai II Saat Week end Pukul 11.00 Sebelum Dan Setelah Rekomendasi

Dari gambar 4.15 terlihat bahwa beban pendinginan saat week end pukul 11.00 untuk lima AC yaitu MZ-4, MZ-5, MZ-6, MZ-7 dan MZ-8 setelah diberikan rekomendasi mengalami penurunan beban pendinginan. Sedangkan untuk AC MZ-11 dan MZ-12 mengalami kenaikan beban pendinginan karena penambahan jumlah lampu. Namun secara keseluruhan untuk beban pendinginan untuk lantai II mengalami penurunan.



❖ Perbandingan Beban Pendinginan AC Pada Lantai II Saat Week end Pukul 15.00 Sebelum Dan Setelah Rekomendasi

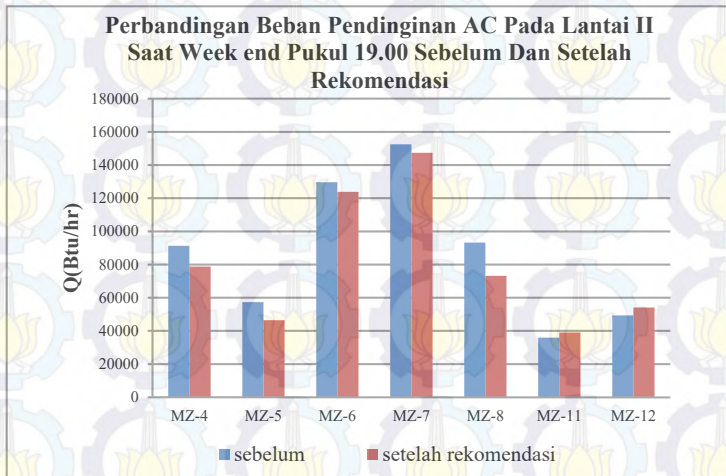


Gambar 4.16 Perbandingan Beban Pendinginan AC Pada Lantai II Saat Week end Pukul 11.00 Sebelum Dan Setelah Rekomendasi

Dari gambar 4.16 terlihat bahwa beban pendinginan saat week end pukul 15.00 untuk lima AC yaitu MZ-4, MZ-5, MZ-6, MZ-7 dan MZ-8 setelah diberikan rekomendasi mengalami penurunan beban pendinginan. Sedangkan untuk AC MZ-11 dan MZ-12 mengalami kenaikan beban pendinginan karena penambahan jumlah lampu. Namun secara keseluruhan untuk beban pendinginan untuk lantai II mengalami penurunan.



❖ Perbandingan Beban Pendinginan AC Pada Lantai II Saat Week end Pukul 19.00 Sebelum Dan Setelah Rekomendasi

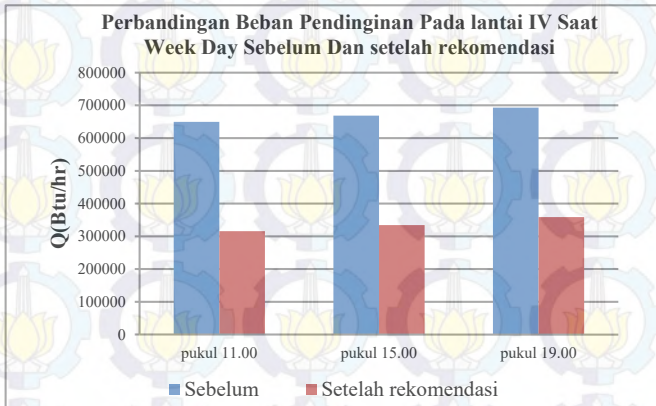


Gambar 4.17 Perbandingan Beban Pendinginan AC Pada Lantai II Saat Week end Pukul 19.00 Sebelum Dan Setelah Rekomendasi

Dari gambar 4.17 terlihat bahwa beban pendinginan saat week end pukul 19.00 untuk lima AC yaitu MZ-4, MZ-5, MZ-6, MZ-7 dan MZ-8 setelah diberikan rekomendasi mengalami penurunan beban pendinginan. Sedangkan untuk AC MZ-11 dan MZ-12 mengalami kenaikan beban pendinginan karena penambahan jumlah lampu. Namun secara keseluruhan untuk beban pendinginan untuk lantai II mengalami penurunan.



❖ Perbandingan Beban Pendinginan AC Pada Lantai IV Saat Week day Sebelum Dan Setelah Rekomendasi

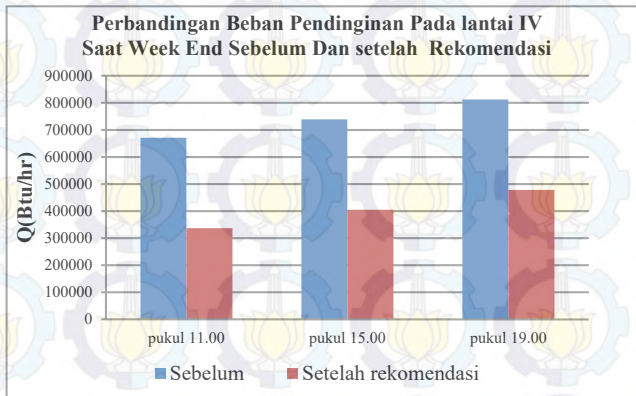


Gambar 4.18 Perbandingan Beban Pendinginan AC Pada Lantai IV Saat Week day Sebelum Dan Setelah Rekomendasi

Dari gambar 4.18 terlihat bahwa beban pendinginan saat week day pada lantai IV baik untuk pukul 11.00, 15.00 dan 19.00 setelah diberikan rekomendasi pergantian lampu mengalami penurunan beban pendinginan.



❖ **Perbandingan Beban Pendinginan AC Pada Lantai IV Saat Week day Sebelum Dan Setelah Rekomendasi**



Gambar 4.19 Perbandingan Beban Pendinginan AC Pada Lantai IV Saat Week end Sebelum Dan Setelah Rekomendasi

Dari gambar 4.19 terlihat bahwa beban pendinginan saat week end pada lantai IV baik untuk pukul 11.00, 15.00 dan 19.00 setelah diberikan rekomendasi pergantian lampu mengalami penurunan beban pendinginan.

4.2.5 Penghematan Pendinginan Bila Temperatur Aktual Gedung Disesuaikan Dengan Temperatur Menurut Standar SNI

Gedung mall XYZ di Kediri pada lantai II dan IV memiliki temperatur rata-rata sekitar 22°C. Sedangkan menurut standar SNI 6390:2011 temperatur untuk memenuhi kenyamanan termal penghuni gedung sebesar 24-27°C. Di sini penulis menggunakan temperatur 24°C sebagai standar. Terlihat bahwa ada perbedaan antara temperatur standar SNI dan temperatur aktual gedung sehingga dimungkinkan adanya penghematan pendinginan pada lantai II dan IV gedung Mall XYZ di Kediri. Untuk mengetahui besar penghematan beban pendinginan, maka kita perlu mengetahui besar beban pendinginan saat temperatur



ruang 24°C dan saat temperatur ruang 22°C. Karena beban pendinginan saat temperatur ruang 24°C sudah dihitung maka kini kita tinggal menghitung besar beban pendinginan bila temperatur ruang 22°C.

4.2.5.1 Beban Pendinginan Dengan Temperatur Ruang Sesuai Kondisi Aktual

Perhitungan beban pendinginan mengacu pada standar *ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers)* dengan metode *Cooling Load temperature Different (CLTD)*. Untuk contoh perhitungan dilakukan pada salah satu tenant yaitu Buti. Berdasarkan metode tersebut, ditentukan data – data yang diperlukan untuk perhitungan beban pendinginan. Data yang ditentukan mengacu pada tempertur aktual dan kondisi saat dilakukan pengambilan data dengan data ditunjukkan pada tabel 4.93.

Tabel 4.93 Kondisi Lingkungan

Uraian	Keterangan
Bulan perencanaan	Bulan Agustus 2015
Letak geografis	7°48'57,6" LS dan 112°01'07,5" BT
Temperature ruang rancangan	71,6 °F
RH ruang rancangan	50 %
Temperature luar rancangan (BMKG Stasiun Meteorologi Juanda Surabaya)	91,4 °F
RH luar rancangan (BMKG Stasiun Meteorologi Juanda Surabaya)	71 %

Pada perhitungan beban pendinginan dengan metode CLTD banyak menggunakan data pada tabel ASHRAE. Data yang terdapat pada tabel ASHRAE diperuntukan untuk daerah lintang utara, sedangkan gedung mall terletak di lintang selatan. Hal tersebut menyebabkan perlu adanya penyesuaian bulan rancangan dan arah mata angin agar data pada tabel ASHRAE



dapat digunakan untuk perhitungan. Untuk bulan rancangan, bulan yang dipilih perlu ditambah enam bulan dari bulan yang tercantum pada tabel ASHRAE. Pengambilan data dilakukan pada bulan Agustus sehingga pada tabel ASHRAE mengacu enam bulan setelahnya yaitu bulan Februari. Sedangkan untuk arah mata angin perlu disesuaikan dengan cara merubah arah mata angin *north* pada tabel ASHRAE menjadi *south*. Adapun hasil penyesuaian arah mata angin sebagai berikut :

Tabel 4.94 Hasil Penyesuaian Arah Mata Angin

Lintang Utara	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE
Lintang Selatan	E	NE	N	NW	W	SW	S	SE

Perhitungan beban pendinginan dilakukan dalam tiga skenario yaitu pukul 11.00, pukul 15.00, dan pukul 19.00 saat *week day* dan *week end*. Dengan mengacu pada enam waktu tersebut dapat diketahui penghematan apabila temperatur aktual lantai II dan IV yaitu pada temperatur 22°C diset menjadi sesuai standar SNI yaitu pada temperatur 24°C . Contoh perhitungan beban pendinginan dengan menggunakan metode *CLTD* pada tenant Buti saat *week end* pukul 19.00. Untuk melakukan perhitungan beban pendinginan diperlukan data dimensi dari ruang untuk mengetahui luasan dinding, kaca, partisi, suhu dan *RH*, peralatan elektronik, jumlah pengunjung.

4.2.5.2 Perhitungan Beban Luar Pendinginan

4.2.5.2.1 Beban Transmisi Pada Kaca

Perhitungan untuk mencari beban transmisi kaca pada tenant Buti sebagai berikut :

- Luas Kaca (A)
Luas yang terkena sinar matahari pada tenant Buti terletak pada dinding bagian timur, timur laut dan utara dengan nilai luasan total kaca yang diukur $A = 944,808 \text{ ft}^2$
- *Overall Heat Transfer Coefficient* (U)
Pada lampiran tabel ASHRAE 3.14 A , untuk kaca single glass didapatkan nilai $U = 1,04 \text{ Btu}/(\text{hr}/\text{ft}^2 \cdot \text{F})$



- *Cooling Load Temperature Difference Correction (CLTD_c)*
 Nilai *Cooling Load Temperature Difference Correction (CLTD_c)* untuk kaca didapatkan dari persamaan 2.4 sebagai berikut :

$$CLTD_c = CLTD + (78 - t_r) + (t_o - 85)$$

Dimana :

- CLTD

Tabel 4.95 CLTD (°F) untuk Kaca

Solar Time, Hr																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
CLTD, °F																							
1	0	-1	-2	-2	-2	-2	0	2	4	7	9	12	13	14	14	13	12	10	8	6	4	3	2

- Temperatur ruang (t_r) dan luar (t_o) rancangan

Untuk temperature ruang rancangan (t_r) didapatkan $t_r = 71,6$ °F . Sedangkan t_o didapat dengan perumusan sebagai berikut :

$$t_o = \left\{ t_{o \max} - \left(\frac{t_{o \max} - t_{o \min}}{2} \right) \right\} ^\circ \text{F}$$

$$t_o = \left\{ 91,4 - \left(\frac{91,4 - 69,8}{2} \right) \right\} ^\circ \text{F}$$

$$t_o = 80,6 ^\circ \text{F}$$

Sehingga,

- Nilai CLTD_c Pukul 19:00

$$CLTD_c = CLTD + (78 - t_r) + (t_o - 85)$$

$$CLTD_c = 10 + (78 - 71,6) + (80,6 - 85)$$

$$CLTD_c = 12 ^\circ \text{F}$$

- *Beban Transmisi Melalui Kaca (Q)*

Nilai beban transmisi melalui kaca pada tenant dapat dihitung sebagai berikut :

- *Beban Transmisi Melalui Kaca (Q)* pukul 19:00

$$Q = U \times A \times CLTD_c$$

$$Q = 1,04 \frac{\text{BTU}}{\text{Hr. ft}^2. ^\circ \text{F}} \times 944,808 \text{ft}^2 \times 12 ^\circ \text{F}$$

$$Q = 11791,203 \text{ Btu/hr}$$



4.2.5.2.2 Beban Transmisi Pada Dinding

Bagian tenant yang dindingnya terkena sinar matahari adalah bagian utara. Perhitungan untuk beban transmisi melalui dinding sebagai berikut:

- **Luas Dinding (A)**
Luas yang terkena sinar matahari pada tenant Buti terletak pada dinding bagian utara dengan nilai luasan yang diukur $A = 36,815 \text{ ft}^2$
- **Overall Heat Transfer Coefficient (U)**
Nilai *Overall Heat Transfer Coefficient* dari dinding yang terkena sinar matahari adalah $U = 0,372 \text{ Btu}/(\text{hr}/\text{ft}^2.\text{F})$ termasuk dalam kategori dinding B. Untuk dinding yang berwarna terang mempunyai nilai $K = 0.65$.
- **Cooling Load Temperature Difference Correction (CLTD_c)**
Nilai *Cooling Load Temperature Difference Correction* (CLTD_c) untuk dinding didapatkan dari persamaan 2.2 sebagai berikut :

$$\text{CLTD}_c = \{(\text{CLTD} + \text{LM}) \times K + (78 - t_R) + (t_o - 85)\}$$

Dimana :

- CLTD untuk dinding grup B dari tabel berikut:

Tabel 4.96 CLTD (°F) dinding grup B (ASHRAE)

South Latitude Wall Facing	Solar Time, hr																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
S	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	8	8	9	9	9	10	1	12	13	14	14	15	15	15
SE	19	18	17	16	15	14	13	12	12	13	14	15	16	17	18	19	19	20	20	21	21	21	20	20
E	23	22	21	20	18	17	16	15	15	15	17	19	21	22	24	25	26	26	27	27	26	26	25	24
NE	23	22	21	20	18	17	16	15	14	14	15	16	18	20	21	23	24	25	26	26	26	26	25	24
N	21	20	19	18	17	15	14	13	12	11	11	11	11	12	14	15	17	19	20	21	22	22	22	21
NW	27	26	25	24	22	21	19	18	16	15	14	14	13	13	14	15	17	20	22	25	27	28	28	28
W	29	28	27	26	24	23	21	19	18	17	16	15	14	14	14	15	17	19	22	25	27	29	29	30
SW	23	22	21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	12	11	12	12	13	15	17	19	21	22	23	23



- *Latitude-Month Correction* untuk dinding dan atap

Tabel 4.97 *Latitude-Month Correction* untuk dinding dan atap

Month	S	SSE	SE	ESE	E	ENE	NE	NNE	N	HOR
		SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW		
Jun	-4	-6	-6	-6	-3	0	4	8	12	-5
Jul/Mei	-3	-5	-6	-5	-2	0	3	6	10	-4
Aug/Apr	-3	-4	-3	-3	-1	-1	1	2	4	-1
Sept/Mar	-3	-2	-1	-1	-1	-2	-2	-3	-4	0
Okt/Feb	2	2	2	0	-1	-4	-5	-7	-7	-1
Nov/Jan	7	5	4	0	-2	-5	-7	-9	-7	-2
Des	9	6	4	0	-2	-6	-8	-9	-7	-2

Berdasarkan tabel 4.97 nilai LM untuk dinding sebelah utara pada bulan Agustus yaitu 4. Sehingga,

- Nilai CLTD_c untuk dinding Pukul 19:00

$$\begin{aligned}
 CLTD_c &= \{ (CLTD + LM) \times K + (78 - t_R) + (t_o - 85) \} \\
 &= \{ (20 + 4) \times 0,65 + (78 - 71,6) + (80,6 - 85) \} \\
 &= 17,6
 \end{aligned}$$

- Beban transmisi melalui dinding utara adalah sebagai berikut:

$$Q = U \times A \times CLTD_c$$

$$Q = 0,372 \text{ Btu/hr ft}^2\text{°F} \times 36,815 \text{ ft}^2 \times 17,6^\circ\text{F}$$

$$Q = 241,035 \text{ Btu/hr.}$$

4.2.5.2.3 Beban Radiasi Melalui Kaca

Perhitungan untuk beban radiasi melalui kaca pada tenant Buti sebagai berikut:

- Luas kaca (A)

Luas yang tersinari pada tenant Buti terletak pada bagian timur, timur laut dan utara dengan nilai luasan kaca sebagai berikut

$$A_{\text{timur}} = 839,542 \text{ ft}^2$$

$$A_{\text{utara}} = 92,354 \text{ ft}^2$$

$$A_{\text{timur laut}} = 12,912 \text{ ft}^2$$



- SHGF

Nilai SHGF pada bulan Agustus didapat dari tabel 3.25 ASHRAE. Untuk posisi timur = 239Btu/(Hr.ft²), utara=110Btu/(Hr.ft²), dan timur laut=219Btu/(Hr.ft²)

- *Shading Coefficient* (SC)

Pada lampiran dapat dilihat tabel ASHRAE 3.18 untuk nilai SC berdasarkan jenis kaca yaitu *single glass* 1/4 to 1/2 in maka didapatkan nilai SC = 0,94

- *Cooling Load Factor* (CLF)

Pada lampiran dapat dilihat tabel ASHRAE 3.27 untuk nilai CLF pukul 19.00

- Timur = 0,17
- Utara = 0.29
- Timur Laut = 0.21

- Beban Radiasi Melalui Kaca (Q)

Nilai beban radiasi melalui kaca pada tenant Buti dapat dihitung sebagai berikut :

- Beban radiasi melalui kaca (Q) kaca posisi timur

$$Q = SHGF \times A \times SC \times CLF$$

$$Q = 245 \frac{BTU}{Hr. ft^2} \times 839,5421 ft^2 \times 0,94 \times 0,17$$

$$Q = 32063,96 BTU/Hr$$

- Beban radiasi melalui kaca (Q) kaca posisi utara

$$Q = SHGF \times A \times SC \times CLF$$

$$Q = 110 \frac{BTU}{Hr. ft^2} \times 92,3541 ft^2 \times 0,94 \times 0,29$$

$$Q = 2769,327 BTU/Hr$$

- Beban radiasi melalui kaca (Q) kaca posisi timur laut

$$Q = SHGF \times A \times SC \times CLF$$

$$Q = 219 \frac{BTU}{Hr. ft^2} \times 12,912 ft^2 \times 0,94 \times 0,21$$

$$Q = 558,19 BTU/Hr$$

Sehingga, didapatkan:

$$\text{Total } Q_{\text{radiasi}} = Q_{NE} + Q_N + Q_E$$



$$= 35391,48 \text{ Btu/hr}$$

4.2.5.3 Perhitungan Beban Pendinginan Internal

4.2.5.3.1 Beban Pengunjung

Beban pengunjung adalah beban pendinginan yang diakibatkan adanya heat gain yang dikeluarkan oleh tubuh manusia.

Besarnya heat gain yang dihasilkan oleh tubuh manusia pada tenant Buti pukul 19.00 saat week end dapat dihitung sebagai berikut:

- Beban sensibel pengunjung

$$\begin{aligned} Q_s &= q_s \times n \times CLF \quad (\text{btu/hr}) \\ &= 315 \text{ Btu/hr} \times 26 \times 1 \\ &= 8190 \text{ Btu/hr} \end{aligned}$$

- Beban Laten Pengunjung

$$\begin{aligned} Q_L &= q_L \times n \quad (\text{btu/hr}) \\ &= 325 \text{ Btu/hr} \times 26 \\ &= 8450 \text{ Btu/hr} \end{aligned}$$

4.2.5.3.2 Beban Penerangan

Beban penerangan adalah beban pendinginan yang diakibatkan sistem penerangan yang erpasang pada suatu ruangan dalam hal ini lampu pada tenant Buti. Adapun lampu yang terpasang pada tenant Buti yaitu Krisbow LED tracklight dengan daya 8 watt berjumlah 81 buah, Tornado cooldaylight 24 watt berjumlah 85 dan Grille Downlight 3 pc/ LOT 20W daya 60 watt berjumlah 40 buah. Jumlah total daya lampu pada tenant Buti adalah 5088 watt. Sehingga besarnya beban pendinginan pada tenant Buti dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q &= 3,41 \times q_i \times F_u \times F_s \times CLF \\ &= 3,41 \times 5088 \text{ watt} \times 1 \times 1,2 \times 1 \\ &= 2504,304 \text{ Btu/hr} \end{aligned}$$



4.2.5.3.3 Beban Partisi Dinding

Tenant Buti bagian selatan bersebelahan dengan ruang yang tidak dikondisikan sehingga timbul beban partisi. Adapun beban partisi tenant Buti sebagai berikut:

- Luas Dinding (A)
Luas dinding yang pemisah dengan ruang yang tidak dikondisikan adalah $A = 374,566 \text{ ft}^2$
- Overall Heat Transfer Coefficient (U)
Nilai Overall Heat Transfer Coefficient dari dinding tenant Buti bagian selatan adalah $U = 0,417 \text{ Btu}/(\text{hr}/\text{ft}^2 \cdot \text{F})$
- Perbedaan temperatur dengan ruang yang tidak dikondisikan
Adapun perbedaan temperatur dengan ruang yang tidak dikondisikan adalah $11,2 \text{ F}$
- Beban partisi tenant Buti
$$Q_{\text{partisi}} = U_{\text{dinding}} \times A \times TD$$
$$Q_{\text{partisi}} = 0,417 \text{ Btu}/\text{hr ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} \times 374,566 \text{ ft}^2 \times 14,8 \cdot ^\circ\text{F}$$
$$Q_{\text{partisi}} = 2311,671 \text{ Btu}/\text{hr}.$$

4.2.5.3.4 Beban Peralatan

Semua peralatan listrik yang digunakan dalam tenant menghasilkan panas yang perlu diperhitungkan. Besarnya panas (*heat gain*) yang dihasilkan peralatan tergantung dari daya yang dibutuhkan dan penggunaannya. Besarnya *heat gain* setiap peralatan listrik ditabelkan pada lampiran tabel.

Untuk *heat gain* yang dihasilkan oleh peralatan yang ada pada Tenant Buti sebagai berikut :

Tabel 4.98 Tabel Heat Gain Peralatan Tenant Buti

Buti					
No	Nama Peralatan	Jumlah	Heat Gain Per Peralatan	HG _{tot} Per Peralatan	HG _{tot} Buti
1	Komputer	2	375,33	750,66	1693,866
2	Telepon	1	22,506	22,506	
3	Printer	1	443,30	443,3	



4	Speaker	2	238,7	477,4	
---	---------	---	-------	-------	--

Total *heat gain* tenant Buti adalah 1693,866 Btu/hour

4.2.5.3.5 Total Beban Pendinginan

Total beban pendinginan didapat dengan menjumlahkan seluruh komponen yang memberikan *heat gain* ke ruangan ditambah 10% faktor keamanan. Berikut total beban pendinginan untuk tenant Buti

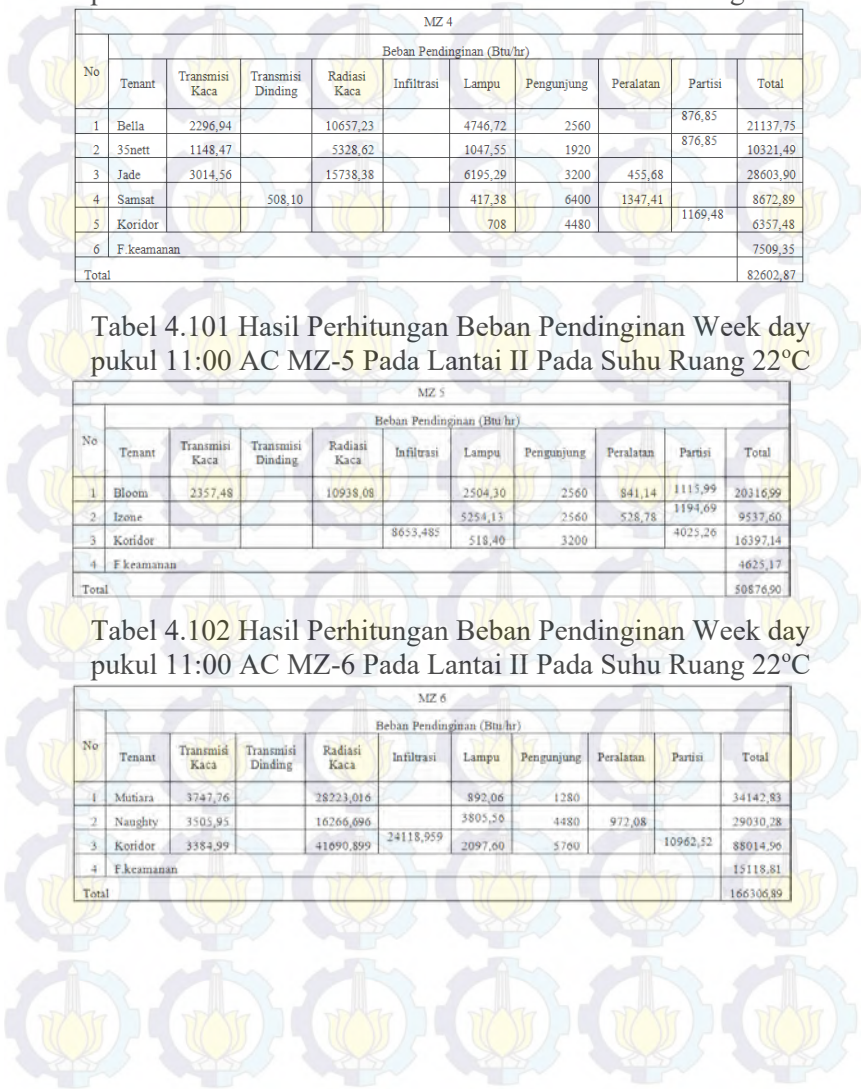
Tabel 4.99 Tabel Total Beban Pendinginan Tenant Buti

No	Beban Pendinginan	Weekdays			Weekend		
		Q(Btu/hr)			Q(Btu/hr)		
		11.00	15.00	19.00	11.00	15.00	19.00
1	Transmisi Kaca	8843,40288	15721,60512	11791,204	8843,4029	15721,605	11791,204
2	Transmisi Dinding	160,918365	187,623966	241,03517	160,91837	187,62397	241,03517
3	Radiasi	92260,55816	60715,42372	35391,477	92260,558	60715,424	35391,477
4	Lampu	20820,10	20820,10	20820,10	20820,10	20820,10	20820,10
5	Pengunjung	5760	8320	7680	6400	10880	16640
6	Peralatan	1693,87	1693,87	1693,87	1693,87	1693,87	1693,87
7	Partisi	2311,671526	2311,671526	2311,6715	2311,6715	2311,6715	2311,6715
8	Faktor Keamanan	13185,05129	10977,02863	7992,9349	13249,051	11233,029	8888,9349
	Total	145035,5642	120747,315	87922,284	145739,56	123563,31	97778,284

4.2.5.4 Analisa Beban Pendinginan pada Tenant-Tenant Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri Pada Suhu Aktual

4.2.5.4.1 Beban Pendinginan Tenant-Tenant Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri Pada Suhu Aktual Ruang

Beban pendinginan aktual total pada tenant-tenant yang ada di Lantai II dan IV Mall XYZ Kediri dihitung untuk nantinya dapat diketahui penghematan apabila temperatur ruang di set menurut standar SNI. Hasil perhitungan total beban pendinginan dari tiap lantai pada pukul 11:00, pukul 15:00, pukul 19:00 pada saat week days dan week end pada suhu aktual yaitu 22°C ditunjukkan pada tabel berikut :



MZ 4										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Bella	2296,94		10657,23		4746,72	2560		876,85	21137,75
2	35nett	1148,47		5328,62		1047,55	1920		876,85	10321,49
3	Jade	3014,56		15738,38		6195,29	3200	455,68		28603,90
4	Samsat		508,10			417,38	6400	1347,41		8672,89
5	Koridor					708	4480		1169,48	6357,48
6	F keamanan									7509,35
Total										82602,87

[illegible]

MZ 6										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenaga	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Mutiara	3747,76		28223,016		892,06	1280			34142,83
2	Naughty	3505,95		16266,696		3805,50	4480	972,08		29030,28
3	Koridor	3384,99		41690,899	24118,959	2097,00	5760		10962,52	88014,96
4	F. keamanan									15118,81
Total										166306,89



**Tabel 4.103 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week day
pukul 11:00 AC MZ-7 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C**

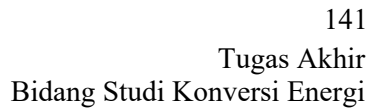
MZ 7										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Raviola	906,66		4206,65		752,93	1280	818,63		7964,87
2	Malibo	906,66		4206,65		1227,60	1920	489,78		8750,69
3	Horti	1148,47		5328,62		450,12	1920			8847,21
4	Azola	1148,47		5328,62		360,10	2560			9397,18
5	Zona 35	1148,47		5328,62		343,73	2560	251,08		9631,89
6	Salwa	1148,47		5328,62		1358,54	1920	56,27		9811,90
7	Paris					1055,74	2560	546,04	1015,53	5177,31
8	Love					634,26	1920	251,08	567,49	3372,83
9	Liana					572,88	1920	22,51	1364,59	3879,97
10	Elvis					965,71	2560		1364,59	4890,30
11	Erayone					883,87	3200	397,84	1134,98	5616,68
12	Faza					957,53	1920	307,34	567,49	3752,36
13	Koridor					2176,80	13440		2338,96	17955,76
14	F. keamanan									9904,89
Total										108953,84

Tabel 4.104 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week day
pukul 11:00 AC MZ-8 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C

MZ 8										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Buti	8843,40	160,92	92260,56		20820,10	5760	1693,87	2311,67	131850,51
2	Fkemanan									13185,05
Total										145035,56

Tabel 4.105 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week day
pukul 11:00 AC MZ-11 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C

MZ 11										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Lina					249,61	1920	22,51	1364,59	3566,70
2	Koridor		2540,04			1848,00	7650	1159,40	1886,41	15113,85
3	F.Keamanan									1867,06
Total										20537,61



MZ 12										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Koridor		56,91		8039,53	1296	10240	2480,88	9526,99	31640,30
2	F.Keamanan									3164,03
Total										34804,33

AC Lantai IV										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisia Kaca	Transmisia Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Sri ratu	-	44794,44		23917,31	443302,73	51200	8378,95	47186,51	618779,94
2	Faktor Keamanan									61877,99
	Total									680657,93

MZ 4										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Bella	4083,46		13448,41		4746,72	5120		876,85	28275,44
2	35nett	2041,73		6724,21		1047,55	3200		876,85	13890,34
3	Jade	5359,21		19390,77		6195,29	5760	455,68		37160,95
4	Samsat		592,42			417,38	7680	1347,41		10037,21
5	Koridor					708	6400		1169,48	8277,48
6	F.Keamanan									9764,14
Total										107405,57

MZ 5										
No	Bahan Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Bloom	4191,067		13802,815		2504,30	4480	841,14	1115,99	26935,31
2	Izone					5234,13	5120	528,78	1194,69	12097,60
3	Koridor				8633,48	518,40	3840		4025,26	17037,14
4	F keamanan									5607,01
Total										61677,06



Tabel 4.110 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays
pukul 15:00 AC MZ-6 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C

MZ 6										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Mutiara	6662,69		23814,28		892,06	2560			33929,03
2	Naughty	6232,79		20527,02		3803,56	8320	972,08		39857,46
3	Koridor	6017,76		26801,29	24118,959	2097,60	8960		10962,52	78958,13
4	F keamanan									15274,46
Total										168019,07

Tabel 4.111 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays
pukul 15:00 AC MZ-7 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C

MZ 7										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Raviola	1611,83		5308,40		752,93	2560	818,63		11051,79
2	Malibo	1611,83		5308,40		1227,60	2560	489,78		11197,61
3	Horli	2041,73		6724,21		450,12	2560			11776,05
4	Azola	2041,73		6724,21		360,10	3200			12326,03
5	Zona 35	2041,73		6724,21		343,73	3200	251,08		12560,74
6	Salwa	2041,73		6724,21		1358,54	3200	56,27		13380,74
7	Paris					1055,74	3840	546,04	1015,53	6457,31
8	Love					634,26	3200	251,08	567,49	4652,83
9	Liana					572,88	2560	22,51	1364,59	4519,97
10	Elvis					965,71	3840		1364,59	6170,30
11	Eravone					883,87	4480	397,84	1134,98	6896,68
12	Faza					957,53	3200	307,34	567,49	5032,36
13	Koridor					2176,80	19200		2338,96	23715,76
14	F. kearnanan									12973,82
Total										142711,99

Tabel 4.112 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays
pukul 15:00 WIB AC MZ-8 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang
22°C

MZ 8										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Buti	15721,61	187,62	60715,424		20820,10	8320	1693,87	2311,7	109770,29
2	F keamanan									10977,03
Total										120747,31



Tabel 4.113 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays
pukul 15:00 AC MZ-11 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C

MZ 11										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Lina					249,61	3200	22,51	1364,59	4836,70
2	Koridor		2259,0148			1848	10880	1159,4	1886,41	18032,82
3	F. keamanan									2286,95
Total										25156,48

Tabel 4.114 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays
pukul 15:00 WIB AC MZ-12 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang
22°C

MZ 12										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Koridor		50,61		8039,53	1296	14720	2480,88	9526,99	36114,01
2	F. keamanan									3611,40
Total										39725,41

Tabel 4.115 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays
pukul 15:00 WIB Pada Lantai IV Pada Suhu Ruang 22°C

AC Lantai IV										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Sri ratu		49113,76		23917,31	443302,73	64000	8378,95	47186,51	635899,25
2	Faktor Keamanan									63589,93
Total										699489,18



Tabel 4.116 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays
pukul 19:00 WIB AC MZ-4 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang
22°C

MZ 4										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Bella	3062,59		7358,56		4746,72	3840		\$76,85	19884,73
2	35nett	1531,30		3679,28		1047,55	3200		\$76,85	10334,98
3	Jade	4019,41		12353,59		6195,29	4480	455,68		27503,97
4	Samsat		761,07			417,38	5760	1347,41		8285,86
5	Koridor					708	5760		1169,48	7637,48
6	F keamanan									7364,70
Total										81011,72

Tabel 4.117 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays
pukul 19:00 WIB AC MZ-5 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang
22°C

MZ 5										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Bloom	3143,3		7552,48		2504,30	3840	841,14	1115,99	18997,22
2	Izone					5254,13	4480	528,78	1194,69	11457,60
3	Koridor				8653,48	518,40	3200		4025,26	16397,14
4	F.Keamanan									4685,20
Total										51537,16

Tabel 4.118 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays
pukul 19:00 WIB AC MZ-6 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang
22°C

[illegible]



Tabel 4.119 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays
pukul 19:00 WIB AC MZ-7 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang
22°C

MZ 7										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Raviola	1208,88		2904,59		752,93	2560	818,63		8245,03
2	Malibo	1208,88		2904,59		1227,60	2560	489,78		8390,85
3	Horli	1531,30		3679,28		450,12	2560			8220,70
4	Azola	1531,30		3679,28		360,10	3840			9410,67
5	Zona 35	1531,30		3679,28		343,73	3200	251,08		9005,38
6	Salwa	1531,30		3679,28		1358,54	2560	56,27		9185,39
7	Paris					1055,74	3840	546,04	1015,53	6457,31
8	Love					634,26	3840	251,08	567,49	5292,83
9	Liana					572,88	2560	22,51	1364,59	4519,97
10	Elvis					965,71	3200		1364,59	5530,30
11	Eravone					883,87	3840	397,84	1134,98	6256,08
12	Faza					957,53	2560	307,34	567,49	4392,36
13	Koridor					2176,80	17280		2338,96	21795,76
14	F. keamanan									10670,32
Total										117373,55

Tabel 4.120 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays
pukul 19:00 WIB AC MZ-8 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang
22°C

[illegible]



Tabel 4.121 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays
pukul 19:00 WIB AC MZ-11 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang
22°C

MZ 11										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Lina					249,61	2560	22,51	1364,59	4196,70
2	Koridor		3383,1178			1848	9600	1159,40	1886,41	17876,93
3	F keamanan									2452,63
Total										24526,26

Tabel 4.122 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays
pukul 19:00 WIB AC MZ-12 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang
22°C

MZ 12										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Koridor		75,80		7571,81	1296	13440	2480,877	9526,98	34391,4
2	F keamanan									3439,14
Total										37830,6

Tabel 4.123 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Weekdays
pukul 19:00 WIB Pada Lantai IV Pada Suhu Ruang 22°C

AC Lantai IV										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Sri ratu		64893,26		23917,31	443302,73	70400	8378,95	47186,51	658078,75
2	Faktor Keamanan									65807,88
Total										723886,63



Tabel 4.124 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 11:00 WIB AC MZ-4 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang
22°C

[illegible]

Tabel 4.125 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 11:00 WIB AC MZ-5 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang
22°C

MZ 5										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Bloom	2357,48		10938,08		2504,30	3840	841,14	1115,99	21596,99
2	Izone					5254,13	3200	528,78	1194,69	10177,60
3	Koridor				8653,48	518,40	2560		4025,26	15757,14
4	F keamanan									4753,17
Total										52284,90

Tabel 4.126 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 11:00 WIB AC MZ-6 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang
22°C

MZ 6										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Mutiara	3747,76		28223,02		892,06	1920			34782,83
2	Naughty	3505,95		16266,70		3805,56	5760	972,08		30310,28
3	Koridor	3384,99		41690,90	24118,96	2097,60	7040		10962,52	89294,96
4	F keamanan									15438,81
Total										169826,89



Tabel 4.127 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 11:00 WIB AC MZ-7 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang
22°C

MZ 7										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Raviola	906,66		4206,65		752,93	1920	818,63		8604,87
2	Malibo	906,66		4206,65		1227,60	1920	489,78		8750,69
3	Horti	1148,47		5328,62		450,12	1920			8847,21
4	Azola	1148,47		5328,62		360,10	3200			10037,18
5	Zona 35	1148,47		5328,62		343,73	2560	251,08		9631,89
6	Salwa	1148,47		5328,62		1358,54	1920	56,27	1015,53	9811,90
7	Paris					1055,74	2560	546,04	567,49	5177,31
8	Love					634,26	2560	251,08		4012,83
9	Liana					572,88	2560	22,51	1364,59	4519,97
10	Elvis					965,71	3200		1364,59	5530,30
11	Eravone					883,87	3200	397,84	1134,98	5616,68
12	Faza					957,53	1920	307,34	567,49	3752,36
13	Koridor					2176,80	14080		2338,96	18595,76
14	F keamanan									10288,89
Total										113177,84

Tabel 4.128 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 11:00 WIB AC MZ-8 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang
22°C

MZ 8										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Buti	8843,40	160,92	92260,56		20820,10	6400	1693,87	2311,67	132490,51
2	F. keamanan									13249,05
Total										145739,56



Tabel 4.132 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 15:00 WIB MZ-4 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C

MZ 4										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Bella	4083,46		13448,41		4746,72	5120		876,85	28275,44
2	35nett	2041,73		6724,21		1047,55	3840		876,85	14530,34
3	Jade	5359,21		19390,77		6195,29	5760	455,68		37160,95
4	Samsat		592,42			417,38	8320	1347,41		10677,21
5	Koridor					708	9600		1169,5	11477,48
6	F keamanan									10212,14
Total										112333,57

Tabel 4.133 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 15:00 WIB MZ-5 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C

MZ 5										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Bloom	4191,07		13802,82		2504,30	5120	841,14	1115,99	27575,31
2	Izone					5254,13	5120	528,78	1194,69	12097,60
3	Koridor				8653,48	518,40	5760		4025,26	18957,14
4	F Keamanan									5863,01
Total										64493,06

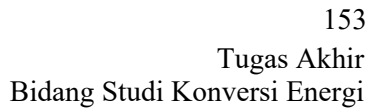
Tabel 4.134 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end pukul 15:00 WIB MZ-6 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C

[illegible]



MZ 12										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Koridor		50,61		8039,53	1296	21760	2480,88	9526,99	43154,01
2	F keamanan									4315,40
Total										47469,41

[illegible][illegible]



MZ 5										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Bloom	3143,30		7552,48		2504,30	6400	841,14	1115,99	21557,22
2	Izone					5254,13	6400	528,78	1194,69	13377,60
3	Koridor				8653,48	518,40	7040		4025,26	20237,14
4	F keamanan									5517,20
Total										60689,16

MZ 6										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Mutiara	4997,02		13490,36		892,06	1920			21299,43
2	Naughty	4674,60		11231,77		3805,56	10880	972,08		31564,00
3	Koridor	4513,32		15634,09	24118,96	2097,60	16000		10962,5	73326,47
4	F keamanan									12618,99
Total										138808,90



Tabel 4.143 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 19:00 WIB MZ-7 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C

MZ 7										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Raviola	1208,88		2904,59		752,93	3200	818,63		8885,03
2	Malibo	1208,88		2904,59		1227,60	3840	489,78		9670,85
3	Horii	1531,30		3679,28		450,12	3200			8860,70
4	Azola	1531,30		3679,28		360,10	5120			10690,67
5	Zona 35	1531,30		3679,28		343,73	4480	251,08		10285,38
6	Salwa	1531,30		3679,28		1358,54	4480	56,27		11105,39
7	Paris					1055,74	5120	546,04	1015,53	7737,31
8	Love					634,26	5120	251,08	567,49	6572,83
9	Liana					572,88	5120	22,51	1364,59	7079,97
10	Elvis					965,71	5760		1364,59	8090,30
11	Eravone					883,87	6400	397,84	1134,98	8816,68
12	Faza					957,53	4480	307,34	567,49	6312,36
13	Koridor					2176,80	34560		2338,96	39075,76
14	F. keamanan									14318,32
Total										157501,55

Tabel 4.144 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 19:00 WIB MZ-8 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C

MZ 8										
No	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
	1	Buti	11791,20	241,04	35391,5		20820,10	16640	1693,87	2311,67
2	F. keamanan									8888,93
Total										97778,28

Tabel 4.145 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 19:00 WIB MZ-11 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C

MZ 11										
No	Beban Pendinginan (Btu/hr)									
	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Lina					249,61	4480	22,51	1364,59	6116,70
2	Koridor		3383,12			1848	19840	1159,40	1886,41	28116,93
3	F. keamanan									3803,74
Total										38037,37

Tabel 4.146 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 19:00 WIB MZ-12 Pada Lantai II Pada Suhu Ruang 22°C

MZ 12										
Beban Pendinginan (Btu/hr)										
No	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Koridor		75,80		7571,81	1296	26240	2480,88	9526,99	47191,48
2	F. keamanan									4719,15
Total										51910,62

Tabel 4.147 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Week end
pukul 19:00 WIB Pada Lantai IV Pada Suhu Ruang 22°C

AC Lantai IV										
Beban Pendinginan (Btu/hr)										
No	Tenant	Transmisi Kaca	Transmisi Dinding	Radiasi Kaca	Infiltrasi	Lampu	Pengunjung	Peralatan	Partisi	Total
1	Sri ratu		64893,256		23917,31	443302,73	179200	8378,95	47186,51	766878,76
2	Faktor Keamanan									76687,88
Total										843566,63

Dari tabel beban pendinginan Pada lantai II dan IV maka kita kita dapatkan perhitungan beban total berikut:

Tabel 4.148 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-4
Lantai II Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00
dan pukul 19:00

No	AC	Tenant	Week day(Btu/hr)			Week end (Btu/hr)		
			11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	MZ-4	Bella	21137,75	28275,44	19884,73	21777,75	28275,442	21804,731
		35nett	10321,49	13890,34	10334,98	10961,49	14530,34	11614,985
		Jade	28603,9	37160,95	27503,97	29243,9	37160,949	30063,967
		Samsat	8672,892	10037,21	8285,86	8672,892	10677,215	9565,8602
		Koridor	6357,478	8277,478	7637,478	6997,478	11477,478	13397,478
		F. keamanan	7509,352	9764,142	7364,702	7765,352	10212,142	8644,7021
		Total	190008,4	188417,3	166430,6	197752,4	207425,29	95091,724



Tabel 4.149 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-5 Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00

No	AC	Tenant	Week day(Btu/hr)			Week end (Btu/hr)		
			11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	MZ-5	Bloom	20316,99	26935,314	18997,22	21596,99	27575,314	21557,22
		Izone	9537,601	12097,601	11457,6	10177,6	12097,601	13377,6
		Koridor	16397,14	17037,143	16397,14	15757,14	18957,143	20237,14
		F. keamanan	4625,173	5607,0058	4685,196	4753,173	5863,0058	5517,196
		Total	50876,9	61677,064	51537,16	52284,9	64493,064	60689,16

Tabel 4.150 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-6 Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00

No	AC	Tenant	Week day(Btu/hr)			Week end (Btu/hr)		
			11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	MZ-6	Mutiara	34142,83	33929,027	20659,43	34782,83	33929,03	21299,43
		Naughty	29030,28	39857,456	28364,002	30310,28	40497,46	31564
		Koridor	88014,96	78958,126	65646,482	89294,96	83438,13	73326,47
		F. keamanan	15118,81	15274,461	11466,991	15438,81	15786,46	12618,99
		Total	166306,9	168019,07	126136,91	169826,9	173651,1	138808,9



Tabel 4.151 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-7 Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00

No	AC	Tenant	Week day(Btu/hr)			Week end (Btu/hr)		
			11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	MZ-7	Raviola	7964,868	11051,8	8245,027	8604,868	11051,79	8885,027
		Malibo	8750,688	11197,6	8390,847	8750,688	11837,61	9670,847
		Horli	8847,208	11776,1	8220,698	8847,208	11776,05	8860,698
		Azola	9397,184	12326	9410,674	10037,18	13606,03	10690,67
		Zona 35	9631,894	12560,7	9005,385	9631,894	12560,74	10285,38
		Salwa	9811,897	13380,7	9185,387	9811,897	14020,74	11105,39
		Paris	5177,314	6457,31	6457,314	5177,314	7097,314	7737,314
		Love	3372,826	4652,83	5292,826	4012,826	5932,826	6572,826
		Liana	3879,973	4519,97	4519,973	4519,973	5799,973	7079,973
		Elvis	4890,299	6170,3	5530,299	5530,299	7450,299	8090,299
		Eravone	5616,683	6896,68	6256,683	5616,683	8176,683	8816,683
		Faza	3752,359	5032,36	4392,359	3752,359	5672,359	6312,359
		Koridor	17955,76	23715,8	21795,76	18595,76	33315,76	39075,76
		F.keamanan	9904,895	12973,8	10670,32	10288,89	14829,82	14318,32
		Total	108953,8	142712	117373,6	113177,8	163128	157501,6

Tabel 4.152 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-8 Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00

No	AC	Tenant	Week day(Btu/hr)			Week end (Btu/hr)		
			11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	MZ-8	Buti	131850,5	109770,29	79929,35	132490,5	112330,28	88889,35
		F.keamanan	13185,05	10977,029	7992,935	13249,05	11233,028	8888,935
		Total	145035,6	120747,31	87922,28	145739,6	123563,31	97778,28

Tabel 4.153 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-11 Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00

No	AC	Tenant	Week day(Btu/hr)			Week end (Btu/hr)		
			11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	MZ-11	Lina	3556,7047	4836,7	4196,705	3556,7	5476,703	6116,705
		Koridor	15113,849	18032,8	17876,93	15753,8	23792,82	28116,93
		F.keamanan	1867,0553	2286,95	2452,626	1931,06	2926,953	3803,737
		Total	20537,609	25156,5	24526,26	21241,6	32196,48	38037,37



Tabel 4.154 Total Beban Pendinginan tiap Tenant AC MZ-12 Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00

No	AC	Tenant	Week day(Btu/hr)			Week end (Btu/hr)		
			11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	MZ-12	Koridor	31640,3	36114,01	34391,47	32280,3	43154,006	47191,48
		F. keamanan	3164,03	3611,401	3439,147	3228,03	4315,4006	4719,148
		Total	34804,33	39725,41	37830,61	35508,33	47469,407	51910,62

Tabel 4.155 Total Beban Pendinginan tiap Tenant Lantai IV Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00 WIB

No	AC	Tenant	Week day(Btu/hr)			Week end (Btu/hr)		
			11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	AC Lantai IV	Sri ratu	618779,9	635899	658078,8	637979,94	699899,3	766879
		F. Keamanan	61877,99	63589,9	65807,88	63797,994	69989,93	76687,9
		Total	680657,9	699489	723886,6	701777,93	769889,2	843567

Untuk mengetahui besar penghematan beban pendinginan pada lantai II dan IV apabila temperatur ruangan diset dari yang awalnya memiliki temperatur 22°C menjadi 24°C sesuai standar SNI maka perlu diketahui total beban pendinginan dari lantai II dan IV. Berikut tabel pendinginan beban total dari lantai II dan IV saat suhu ruang 22°C dan saat suhu ruang 24°C

Tabel 4.156 Total Beban Pendinginan tiap Tenant Lantai II dan IV Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00 WIB untuk Suhu Ruang 22°C

No	AC	Week day(Btu/hr)			Week end (Btu/hr)		
		11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	MZ-4	82602,86879	107405,5661	81011,72354	85418,86879	112333,566	95091,72354
2	MZ-5	50876,90381	61677,06353	51537,15552	52284,90381	64493,0635	60689,15552
3	MZ-6	166306,8903	168019,0689	126136,9052	169826,8903	173651,069	138808,896
4	MZ-7	108953,841	142711,9858	117373,5504	113177,841	163127,986	157501,5504
5	MZ-8	145035,5642	120747,315	87922,28396	145739,5642	123563,313	97778,28228
6	MZ-11	20537,60854	25156,478	24526,25612	21241,60854	32196,478	38037,36723
7	MZ-12	34804,33311	39725,40699	38099,84891	35508,33311	47469,407	52044,74348
8	Lantai IV	680657,9336	699489,1786	723886,6292	701777,9287	769889,183	843566,634
Total		1289775,94	1364932,06	1250494,35	1324975,93	1486724,07	1483518,35



Tabel 4.157 Total Beban Pendinginan tiap Tenant Lantai II dan IV Saat Weekday dan Weekend pukul 11:00, pukul 16:00 dan pukul 19:00 WIB untuk Suhu Ruang 24°C

No	AC	Week day(Btu/hr)			Week end (Btu/hr)		
		11:00	15:00	19:00	11:00	15:00	19:00
1	MZ-4	78807,09078	103609,7881	77215,94552	81623,09111	108537,788	91295,94552
2	MZ-5	47590,5437	58390,70342	48250,79541	48998,5437	61206,7034	57402,79541
3	MZ-6	157149,1603	158861,3389	116979,1752	160669,1603	164493,339	129651,1752
4	MZ-7	103899,5164	137657,6613	112319,2259	108123,5164	158073,661	152447,2259
5	MZ-8	140471,7057	116183,4565	83358,42546	141175,7057	118999,456	93214,42546
6	MZ-11	18811,7001	23430,56956	22555,08512	19515,7001	30470,5718	35931,08512
7	MZ-12	31721,55188	36642,62576	35262,33024	32425,55188	44386,6258	49342,33024
8	Lantai IV	649691,0704	668522,3204	692919,7709	670811,0704	738922,32	812599,7709
	Total	1228142,33	1303298,46	1188860,75	1263342,34	1425090,47	1421884,75

4.2.5.4.2 Penghematan Beban Pendinginan Apabila temperatur Ruang Diset Dari temperatur 22°C Menjadi 24°C

- Besar penghematan beban pendinginan saat pukul 11.00

$$\begin{aligned}\text{Penghematan} &= \text{Beban pendinginan pukul 11.00 pada suhu } 22^{\circ}\text{C} - \\ &\quad \text{Beban pendinginan pukul 11.00 pada suhu } 24^{\circ}\text{C} \\ &= 1289775,94 \text{ Btu/hr} - 1228142,33 \text{ Btu/hr} \\ &= 61633,61 \text{ Btu/hr}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Penghematan/ tahun} &= 61633,61 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ W}}{3.41 \text{ Btu/hr}} \times \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}} \times \frac{13 \text{ jam}}{\text{hari}} \\ &\quad \times \frac{365 \text{ hari}}{\text{tahun}} \\ &= 85762,897 \text{ kWh/ tahun}\end{aligned}$$

Harga listrik per kWh pada mall "XYZ" di Kediri yaitu Rp 2040,00/ kWh

$$\begin{aligned}\text{Rp/ tahun} &= 85762,897 \frac{\text{kWh}}{\text{tahun}} \times \frac{\text{Rp } 2040,00}{\text{kWh}} \\ &= \text{Rp } 174.956.310,3/ \text{tahun}\end{aligned}$$

- Besar penghematan beban pendinginan saat pukul 15.00

$$\begin{aligned}\text{Penghematan} &= \text{Beban pendinginan pukul 15.00 pada suhu } 22^{\circ}\text{C} - \\ &\quad \text{Beban pendinginan pukul 15.00 pada suhu } 24^{\circ}\text{C} \\ &= 1364932,06 \text{ Btu/hr} - 1303298,46 \text{ Btu/hr} \\ &= 61633,6 \text{ Btu/hr}\end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Penghematan/ tahun} &= 61633,6 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ W}}{3.41 \text{ Btu/hr}} \times \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}} \times \frac{13 \text{ jam}}{\text{hari}} \times \\ &\quad \frac{365 \text{ hari}}{\text{tahun}} \\ &= 85762,883 \text{ kWh/ tahun} \end{aligned}$$

Harga listrik per kWh pada mall "XYZ" di Kediri yaitu Rp 2040,00/ kWh

$$\begin{aligned} \text{Rp/ tahun} &= 85762,883 \frac{\text{kWh}}{\text{tahun}} \times \frac{\text{Rp } 2040,00}{\text{kWh}} \\ &= \text{Rp } 174.956.281,9/ \text{tahun} \end{aligned}$$

- Besar penghematan beban pendinginan saat pukul 19.00

$$\begin{aligned} \text{Penghematan} &= \text{Beban pendinginan pukul 11.00 pada suhu } 22^{\circ}\text{C} - \\ &\quad \text{Beban pendinginan pukul 11.00 pada suhu } 24^{\circ}\text{C} \\ &= 1250494,35 \text{ Btu/hr} - 1188860,75 \text{ Btu/hr} \\ &= 61633,6 \text{ Btu/hr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penghematan/ tahun} &= 61633,6 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ W}}{3.41 \text{ Btu/hr}} \times \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}} \times \frac{13 \text{ jam}}{\text{hari}} \times \\ &\quad \frac{365 \text{ hari}}{\text{tahun}} \\ &= 85762,883 \text{ kWh/ tahun} \end{aligned}$$

Harga listrik per kWh pada mall "XYZ" di Kediri yaitu Rp 2040,00/ kWh

$$\begin{aligned} \text{Rp/ tahun} &= 85762,883 \frac{\text{kWh}}{\text{tahun}} \times \frac{\text{Rp } 2040,00}{\text{kWh}} \\ &= \text{Rp } 174.956.281,9/ \text{tahun} \end{aligned}$$

Karena selisih beban pendinginan antara week end saat temperatur ruang 22°C dengan saat suhu ruang 24°C sama dengan selisih beban pendinginan antara week day saat temperatur ruang 22°C dengan saat suhu ruang 24°C maka penghematan beban pendinginan juga sebesar Rp 174.956.281,9/ tahun.



BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Tenant yang sistem penerangannya nyaman intensitas dan hemat daya menurut standar SNI 03–6197–2000 sebelum rekomendasi yaitu tenant Buti, Naughty dan Salwa
2. Setelah rekomendasi penggantian lampu diberikan, seluruh tenant sistem penerangannya sudah nyaman intensitas dan hemat daya menurut standar SNI 03–6197–2000.
3. Penghematan sistem penerangan setelah dilakukan penggantian lampu yaitu mampu menghemat Rp 576.036.512,00 setiap tahun.
4. Total penurunan beban pendinginan untuk lantai II mall XYZ Kediri yang didapat setelah melakukan penggantian kaca double glass yaitu mampu menghemat sebesar Rp 98.471.186,07 setiap tahun
5. Total penurunan beban pendinginan untuk lantai II dan IV mall XYZ Kediri yang didapat setelah melakukan penggantian lampu yaitu mampu menghemat sebesar Rp 866.399.923,3 setiap tahun

5.2 SARAN

Adapun saran yang dapat diberikan kepada pihak management mall XYZ Kediri adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat ditindak lanjuti agar didapatkan penghematan energi di mall XYZ Kediri.
2. Sistem pengondisian udara pada mall XYZ Kediri dilengkapi dengan sensor temperatur dan kecepatan udara agar bisa mengatur besarnya kapasitas pendinginan, sehingga setiap tenant dapat tersuplay sesuai dengan kebutuhannya.



DAFTAR PUSTAKA

- 1) ASHRAE. 1997. **ASHRAE-HANDBOOK-1997 Fundamental**. Atlanta: American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers.
- 2) Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. 2014. **Outlook Energi Indonesia 2014**. Jakarta: Pusat Teknologi Pengembangan Sumberdaya Energi.
- 3) Incopera, Frank P. 2007. **Fundamental of Heat and Mass Transfer, Sixth Edition**. Hoboken. New Jersey : John Willey & Sons, Inc.
- 4) Muhaimin. 2001. **Teknologi Pencahayaannya**. Bandung: Refika Aditama.
- 5) Ningrum, Dwina A.S. 2015. **Evaluasi Peluang Penghematan Energi Pada Lantai Ground Gedung Mall "CDE" Di Surabaya Dengan Analisa Sistem Penerangan Dan Beban Pendinginan**. Surabaya : Tugas Akhir, ITS Surabaya.
- 6) Pita, Edward G. 1981. **Air Conditioning Principles and Systems An Energy Approach**. United States of America : John Wiley & Sons, Inc.
- 7) SNI 03-6197-2000. **Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaannya**.
- 8) SNI 03-6390-2000. **Konservasi energi sistem tata udara pada bangunan gedung**
- 9) Stoecker, W.F, 1996. **Refrigerasi dan Pengkondisian Udara**. Jakarta : Erlangga.
- 10) Sundarion, Laura. 2012. **Evaluasi Peluang Penghematan Energi pada Lantai 3 Gedung Mall di Surabaya dengan Metode Analisa Beban Pendingin**. Surabaya : Tugas Akhir, ITS Surabaya.



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Lampiran

Lamiran A

a. Perhitungan Beban Transmisi Kaca Sebelum rekomendasi

No	AC	Tenant	Luasan kaca(R2)	U (Btu/hr/ft ² . F)	CLTD pkl 11	CLTD pkl 15	CLTD pkl 19	Tr (°F)	To (°F)	CLTDc pkl 11	CLTDc pkl 15	CLTDc pkl 19	Q pkl 11	Q pkl 15	Q pkl 19
1	MZ-4	Bella	245,4	1,04	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	1378,17	3164,68	2143,81
		35 nett	122,7	1,04	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	689,08	1582,34	1071,91
		Jedd	322,068	1,04	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	1808,73	4153,39	2813,59
2	MZ-5	Bloom	251,867	1,04	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	1414,49	3248,08	2200,31
		Mutiara	400,402	1,04	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	2248,66	5163,58	3497,91
3	MZ-6	Naughty	374,567	1,04	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	2103,57	4830,42	3272,22
		Kondor	361,644	1,04	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	2030,99	4663,76	3159,32
		Reviola	96,865	1,04	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	543,99	1249,17	846,21
4	MZ-7	Malbo	96,865	1,04	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	543,99	1249,17	846,21
		Hothi	122,7	1,04	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	689,08	1582,34	1071,91
		Azola	122,7	1,04	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	689,08	1582,34	1071,91
		Zona 35	122,7	1,04	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	689,08	1582,34	1071,91
		Salwa	122,7	1,04	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	689,08	1582,34	1071,91
5	MZ-8	Buti	944,808	1,04	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	5306,04	12184,24	8253,84

Setelah rekomendasi

No	AC	Tenant	Luasan kaca(R2)	U (Btu/hr/ft ² . F)	CLTD pkl 11	CLTD pkl 15	CLTD pkl 19	Tr (°F)	To (°F)	CLTDc pkl 11	CLTDc pkl 15	CLTDc pkl 19	Q pkl 11	Q pkl 15	Q pkl 19
1	MZ-4	Bella	245,4	0,56	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	742,09	1704,06	1154,36
		35 nett	122,7	0,56	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	371,04	852,03	577,18
		Jedd	322,068	0,56	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	973,93	2236,44	1515,01
2	MZ-5	Bloom	251,867	0,56	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	761,65	1748,96	1184,78
		Mutiara	400,402	0,56	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	1210,82	2780,39	1883,49
3	MZ-6	Naughty	374,567	0,56	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	1132,69	2600,99	1761,96
		Kondor	361,644	0,56	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	1093,61	2511,26	1701,17
		Reviola	96,865	0,56	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	292,92	672,63	455,65
4	MZ-7	Malbo	96,865	0,56	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	292,92	672,63	455,65
		Hothi	122,7	0,56	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	371,04	852,03	577,18
		Azola	122,7	0,56	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	371,04	852,03	577,18
		Zona 35	122,7	0,56	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	371,04	852,03	577,18
		Salwa	122,7	0,56	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	371,04	852,03	577,18
5	MZ-8	Buti	944,808	0,56	7	14	10	75,2	81	5,4	12,4	8,4	2857,10	6560,75	4444,38

b. Perhitungan Beban Transmisi Dinding Lantai II

No	Tenant	Luasan dinding	Posisi	U (Btu/hr/ft ² . F)	CLTD pkl 11	CLTD pkl 15	CLTD pkl 19	LM	K	Tr (°F)	CLTDc pkl 11	CLTDc pkl 15	CLTDc pkl 19	Q pkl 11	Q pkl 15	Q pkl 19
1	Buti	36,82	N	0,372	11	14	20	4	0,65	75,2	80,6	8,15	10,1	111,62	138,32	191,73
2	Samat	116,24	N	0,372	11	14	20	4	0,65	75,2	80,6	8,15	10,1	352,43	436,75	605,39
3	Koridor MZ-1	581,11	W	0,372	16	14	22	-1	0,65	75,2	80,6	8,15	6,85	1761,82	1480,79	2604,89
4	Koridor MZ-1	13,02	W	0,372	16	14	22	-1	0,65	75,2	80,6	8,15	6,85	39,47	33,18	58,36

Lantai IV

No	Tenant	Luasan dinding	Posisi	U (Btu/hr.ft ² .F)	CLTD pkl 11	CLTD pkl 15	CLTD pkl 19	LM	K	T _r (°F)	T _o (°F)	CLTD _s pkl 11	CLTD _s pkl 15	CLTD _s pkl 19	Q pkl 11	Q pkl 15	Q pkl 19	Q tot pkl 11	Q tot pkl 15	Q tot pkl 19
1	Sri Ratu	3649.69	N	0.372	11	14	20	4	0.65	75.2	80.6	8.15	10.1	14	11065.130	13712.615	19007.586	29292.403	33611.721	49391.221
		1422.09	E	0.372	17	24	27	-1	0.65	75.2	80.6	8.8	13.35	15.3	4655.344	7062.368	8093.950			
		2969.78	S	0.372	9	9	13	-3	0.65	75.2	80.6	2.3	2.3	4.9	2540.943	2540.943	5413.313			
		2577.58	W	0.372	16	14	22	-1	0.65	75.2	80.6	8.15	6.85	12.05	7814.708	6568.190	11554.261			
		604.012	NW	0.372	14	14	22	2	0.65	75.2	80.6	8.8	8.8	14	1977.295	1977.295	3145.696			
		352.444	NE	0.372	15	21	26	2	0.65	75.2	80.6	9.45	13.35	16.6	1238.983	1750.309	2176.415			

c. Perhitungan Beban Radiasi Kaca Sebelum rekomendasi

No	AC	Tenant	A (ft2)	Posisi	SHGF	SC	CLF pkl 11	CLF pkl 15	CLF pkl 19	Q pkl 11 (BTU/Hr)	Q pkl 15 (BTU/Hr)	Q pkl 19 (BTU/Hr)	Q total pkl 11 (BTU/Hr)	Q total pkl 15 (BTU/Hr)	Q total pkl 19 (BTU/Hr)
1	MZ-4	Bella	245,4	N	110	0,94	0,42	0,53	0,29	10657,23	13448,41	7358,56	10657,23	13448,41	7358,56
		35 nett	122,7	N	110	0,94	0,42	0,53	0,29	5328,62	6724,21	3679,28	5328,62	6724,21	3679,28
			245,4	N	110	0,94	0,42	0,53	0,29	10657,23	13448,41	7358,56			
		Jedd	38,334	W	239	0,94	0,13	0,4	0,41	1119,58	3444,85	3530,97	15738,38	19390,77	12353,59
			38,334	E	239	0,94	0,46	0,29	0,17	3961,57	2497,51	1464,06			
2	MZ-5	Bloom	251,867	N	110	0,94	0,42	0,53	0,29	10938,08	13802,82	7552,48	10938,08	13802,82	7552,48
3	MZ-6	Mutiara	219,375	N	110	0,94	0,42	0,53	0,29	9535,70	12033,15	6584,18	28223,02	23814,28	13490,36
			180,827	E	239	0,94	0,46	0,29	0,17	18687,31	11781,13	6906,18			
		Naughty	374,567	N	110	0,94	0,42	0,53	0,29	16266,70	20527,02	11231,77	16266,70	20527,02	11231,77
4	MZ-7	Koridor	361,644	NE	219	0,94	0,56	0,36	0,21	41690,90	26801,29	15634,09	41690,90	26801,29	15634,09
		Revuola	96,865	N	110	0,94	0,42	0,53	0,29	4206,65	5308,40	2904,59	4206,65	5308,40	2904,59
		Malibu	96,865	N	110	0,94	0,42	0,53	0,29	4206,65	5308,40	2904,59	4206,65	5308,40	2904,59
		Horli	122,7	N	110	0,94	0,42	0,53	0,29	5328,62	6724,21	3679,28	5328,62	6724,21	3679,28
		Azola	122,7	N	110	0,94	0,42	0,53	0,29	5328,62	6724,21	3679,28	5328,62	6724,21	3679,28
		Zona 35	122,7	N	110	0,94	0,42	0,53	0,29	5328,62	6724,21	3679,28	5328,62	6724,21	3679,28
		Salwa	122,7	N	110	0,94	0,42	0,53	0,29	5328,62	6724,21	3679,28	5328,62	6724,21	3679,28
5	MZ-8		839,542	E	239	0,94	0,46	0,29	0,17	86761,29	54697,34	32063,96			
		Budi	12,912	NE	219	0,94	0,56	0,36	0,21	1488,52	956,90	558,19	92260,56	60715,42	35391,48
			92,354	N	110	0,94	0,42	0,53	0,29	4010,75	5061,18	2769,33			

Setelah rekomendasi

No	AC	Tenant	A (R2)	Posisi	SHGF	SC	CLF pkl 11	CLF pkl 15	CLF pkl 19	Q pkl 11 (BTU/Hr)	Q pkl 15 (BTU/Hr)	Q pkl 19 (BTU/Hr)	Q total pkl 11 (BTU/Hr)	Q total pkl 15 (BTU/Hr)	Q total pkl 19 (BTU/Hr)
1	MZ-4	Bella	245,4	N	110	0,81	0,42	0,53	0,29	9183,36	11588,52	6340,89	9183,36	11588,52	6340,89
		35 Batti	122,7	N	110	0,81	0,42	0,53	0,29	4591,68	5794,26	3170,45	4591,68	5794,26	3170,45
			245,4	N	110	0,81	0,42	0,53	0,29	9183,36	11588,52	6340,89			
		Jedd	38,334	W	239	0,81	0,13	0,4	0,41	964,74	2968,43	3042,64	13561,80	16709,07	10645,12
2	MZ-5		38,334	E	239	0,81	0,46	0,29	0,17	3413,70	2152,11	1261,58			
		Bloom	251,867	N	110	0,81	0,42	0,53	0,29	9425,37	11893,92	6507,99	9425,37	11893,92	6507,99
			219,575	N	110	0,81	0,42	0,53	0,29	8216,94	10368,99	5673,60			
		Musara	180,827	E	239	0,81	0,46	0,29	0,17	16102,90	10151,83	5951,07	24319,83	20520,82	11624,67
3	MZ-6	Naughty	374,567	N	110	0,81	0,42	0,53	0,29	14017,05	17688,18	9678,44	14017,05	17688,18	9678,44
		Koridor	361,644	NE	219	0,81	0,56	0,36	0,21	35925,14	23094,73	13471,93	35925,14	23094,73	13471,93
		Reviola	96,865	N	110	0,81	0,42	0,53	0,29	3624,88	4574,26	2502,89	3624,88	4574,26	2502,89
		Maliko	96,865	N	110	0,81	0,42	0,53	0,29	3624,88	4574,26	2502,89	3624,88	4574,26	2502,89
4	MZ-7	Horli	122,7	N	110	0,81	0,42	0,53	0,29	4591,68	5794,26	3170,45	4591,68	5794,26	3170,45
		Asola	122,7	N	110	0,81	0,42	0,53	0,29	4591,68	5794,26	3170,45	4591,68	5794,26	3170,45
		Zona 35	122,7	N	110	0,81	0,42	0,53	0,29	4591,68	5794,26	3170,45	4591,68	5794,26	3170,45
		Salwa	122,7	N	110	0,81	0,42	0,53	0,29	4591,68	5794,26	3170,45	4591,68	5794,26	3170,45
5	MZ-8		839,542	E	239	0,81	0,46	0,29	0,17	74762,39	47132,81	27629,58			
		Batu	12,912	NE	219	0,81	0,56	0,36	0,21	1282,66	824,57	481,00	79501,12	52318,61	30496,91
			92,354	N	110	0,81	0,42	0,53	0,29	3456,07	4361,23	2386,34			

d. Perhitungan Beban Pengunjung
Week Day

No	AC	Tenant	Q_a (BTU/Hr)	Q_i (BTU/Hr)	Weekdays			CLF	Weekdays q (BTU/Hr)		
					pkl 11	pkl 15	pkl 19		pkl 11	pkl 15	pkl 19
1	MZ-4	Bella	315	325	4	8	6	1	2560	5120	3840
		3Fram	315	325	3	5	5	1	1920	3200	3200
		Jude	315	325	5	9	7	1	3200	5760	4480
		Samsat	315	325	10	12	9	1	6400	7680	5760
		Kender	315	325	7	10	9	1	4480	6400	5760
2	MZ-5	Bloom	315	325	4	7	6	1	2560	4480	3840
		Isane	315	325	4	8	7	1	2560	5120	4480
		Kender	315	325	5	6	5	1	3200	3840	3200
3	MZ-6	Muslim	315	325	2	4	2	1	1280	2560	1280
		Naughty	315	325	7	13	12	1	4480	8320	7680
		Kender	315	325	9	14	13	1	5760	8960	8320
4	MZ-7	Ravinda	315	325	2	4	4	1	1280	2560	2560
		Meliba	315	325	3	4	4	1	1920	2560	2560
		Mardi	315	325	3	4	4	1	1920	2560	2560
		Anola	315	325	4	5	6	1	2560	3200	3840
		Zona 35	315	325	4	5	5	1	2560	3200	3200
		Salva	315	325	3	5	4	1	1920	3200	2560
		Pania	315	325	4	6	6	1	2560	3840	3840
		Love	315	325	3	5	6	1	1920	3200	3840
		Liana	315	325	3	4	4	1	1920	2560	2560
		Elvis	315	325	4	6	5	1	2560	3840	3200
		Emvone	315	325	5	7	6	1	3200	4480	3840
		Fani	315	325	3	5	4	1	1920	3200	2560
		Kender	315	325	21	30	27	1	13440	19200	17280
5	MZ-8	Budi	315	325	9	13	12	1	5760	8320	7680
6	MZ-11	Lina	315	325	3	5	4	1	1920	3200	2560
		Kender	315	325	12	17	15	1	7680	10880	9600
7	MZ-12	Kender	315	325	16	23	21	1	10240	14720	13440
8		Sm Ratu	315	325	80	100	110	1	51200	64000	70400

Week End

No	AC	Tenant	Q _a (BTU/Hr)	Q _b (BTU/Hr)	P ₁ (kW)			CLF	Weekend Q _a (BTU/Hr)		
					pk1 11	pk1 15	pk1 19		pk1 11	pk1 15	pk1 19
1	MZ-4	Bella	315	325	5	8	9	1	3200	5120	5760
		35nm	315	325	4	6	7	1	2560	3840	4480
		Jade	315	325	6	9	11	1	3840	5760	7040
		Sumant	315	325	10	13	11	1	6400	8320	7040
		Kender	315	325	8	15	18	1	5120	9600	11520
2	MZ-5	Bloom	315	325	6	8	10	1	3840	5120	6400
		Isone	315	325	5	8	10	1	3200	5120	6400
		Kender	315	325	4	9	11	1	2560	5760	7040
3	MZ-6	Mutiam	315	325	3	4	3	1	1920	2560	1920
		Naughty	315	325	9	14	17	1	5760	8960	10880
		Kender	315	325	11	21	25	1	7040	13440	16000
4	MZ-7	Ravika	315	325	3	4	5	1	1920	2560	3200
		Milika	315	325	3	5	6	1	1920	3200	3840
		Henli	315	325	3	4	5	1	1920	2560	3200
		Asala	315	325	5	7	8	1	3200	4480	5120
		Zona 3S	315	325	4	5	7	1	2560	3200	4480
		Salwa	315	325	3	6	7	1	1920	3840	4480
		Pana	315	325	4	7	8	1	2560	4480	5120
		Love	315	325	4	7	8	1	2560	4480	5120
		Lina	315	325	4	6	8	1	2560	3840	5120
		Elvis	315	325	5	8	9	1	3200	5120	5760
		Emvanc	315	325	5	9	10	1	3200	5760	6400
		Fara	315	325	3	6	7	1	1920	3840	4480
5	MZ-8	Kender	315	325	22	45	54	1	14080	28800	34560
		Budi	315	325	10	17	26	1	6400	10880	16640
6	MZ-11	Lina	315	325	3	6	7	1	1920	3840	4480
		Kender	315	325	13	26	31	1	8320	16640	19840
7	MZ-12	Kender	315	325	17	34	41	1	10880	21760	26240
8		Sri Ratu	315	325	110	200	280	1	70400	128000	179200

e. Perhitungan Beban Lampu

No	AC	Tenan	Lampu Saat Ini	Lampu Rekomendasi	Fu	F _s	CLF	Saat Ini	Rekomendasi
			Daya Total (Watt)	Daya Total (Watt)				Q (BTU/hr)	Q (BTU/hr)
1	MZ-4	Bella	1160	326,8	1	1,2	1	4746,72	1337,27
		Sfmon	256	104	1	1,2	1	1047,55	425,57
		Jade	1514	221,8	1	1,2	1	6195,29	907,61
		Samran	102	52,5	1	1,2	1	417,38	214,83
		Kender	590	1187,8	1	1,2	1	708,00	4860,48
2	MZ-5	Bleem	612	385	1	1,2	1	2504,30	1575,42
		Isane	1284	388,6	1	1,2	1	5254,13	1385,55
		Kender	432	1414	1	1,2	1	518,40	5786,09
3	MZ-6	Munam	218	350,8	1	1,2	1	892,06	1435,47
		Naughty	930	577,5	1	1,2	1	3805,56	2363,13
		Kender	1748	1033,5	1	1,2	1	2097,60	7911,98
4	MZ-7	Raviana	184	59	1	1,2	1	752,93	241,43
		Malibu	300	78	1	1,2	1	1227,60	319,18
		Merli	110	78	1	1,2	1	450,12	319,18
		Amela	88	78	1	1,2	1	360,10	319,18
		Zona 35	84	78	1	1,2	1	343,73	319,18
		Selwa	332	93,4	1	1,2	1	1358,54	382,19
		Pania	238	122,5	1	1,2	1	1055,74	501,27
		Love	155	70	1	1,2	1	634,26	286,44
		Liana	140	112	1	1,2	1	572,88	458,30
		Elvis	236	118	1	1,2	1	965,71	482,86
		Emvono	216	85,5	1	1,2	1	883,87	340,87
		Fana	234	106	1	1,2	1	957,53	433,75
		Kender	1814	2031,3	1	1,2	1	2176,80	8312,08
5	MZ-8	Busi	5088	2766,3	1	1,2	1	20820,10	11319,70
6	MZ-11	Lina	61	72	1	1,2	1	249,61	294,62
		Kender	1540	1120	1	1,2	1	1848,00	4583,04
7	MZ-12	Kender	1080	1365	1	1,2	1	1296,00	5585,58
8		Sai Ratu	103334	34095	1	1,2	1	443302,73	139516,74

f. Perhitungan Beban Partisi
Lantai II

No	AC	Tenant	Keterangan	Luasan dinding (B2)	U (Btu/hr.ft ² .F)	TD F	Q partisi (BTU/hr)	Q total partisi (BTU/hr)
1	MZ-4	Bella	Dinding timur	142,079	0,417	11,2	663,57	663,57
		35mm	Dinding timur	142,079	0,417	11,2	663,57	663,57
		Koridor	Pintu tenant	122,7	0,644	11,2	885,01	885,01
2	MZ-5	Bloom	Dinding timur	180,827	0,417	11,2	844,53	844,53
		Isonec	Dinding selatan	129,156	0,3125	11,2	432,05	904,09
			Dinding timur	129,156	0,3125	11,2	432,05	
		Koridor mu5	Dinding Di	171,131	0,3125	11,2	598,96	3046,14
			Pintu tengah	80,714	1,04	11,2	940,16	
			Pintu tenant	122,7	0,644	11,2	885,01	
			Lift	107,63	0,516	11,2	622,02	
3	MZ-6	Koridor mu6	Dinding D2	449,918	0,417	11,2	2101,30	8295,96
			Dinding Di	258,329	0,3125	11,2	904,15	
			Dinding lingkaran	1207,91	0,314	11,2	4247,98	
			Pintu timur	53,805	1,04	11,2	626,72	
			Pintu gudang	53,805	0,46	11,2	277,20	
			Pintu karyawan	26,904	0,46	11,2	138,61	
4	MZ-7	Lina	Dinding selatan	122,7	0,3125	11,2	429,45	1032,66
			Dinding timur	129,156	0,417	11,2	603,21	
		Pania	Dinding selatan	219,575	0,3125	11,2	768,51	768,51
		Leve	Dinding selatan	122,7	0,3125	11,2	429,45	429,45
		Emvenc	Dinding selatan	245,4	0,3125	11,2	858,90	858,90
		Elvis	Dinding timur	129,156	0,417	11,2	603,21	1032,66
			Dinding selatan	122,7	0,3125	11,2	429,45	
		Fann	Dinding selatan	122,7	0,3125	11,2	429,45	429,45
		Koridor	Pintu tenant	245,4	0,644	11,2	1770,02	1770,02
5	MZ-8	Buni	Dinding selatan	374,566	0,417	11,2	1749,37	1749,37
6	MZ-11	Lina	Dinding timur	129,156	0,417	11,2	603,21	1032,66
			Dinding selatan	122,7	0,3125	11,2	429,45	
		Koridor mu11	Dinding Di	407,872	0,3125	11,2	1427,55	1427,55
7	MZ-12	Koridor mu12	Dinding Di	1051,63	0,3125	11,2	3680,71	7209,61
			Dinding D3	755,59	0,417	11,2	3328,91	

Lantai IV

No	Tenant	Keterangan	Luasan pintu	U (Btu/hr/ft ² .F)	TD F	Q partisi (BTU/Hr)	Qtotal partisi (BTU/Hr)
1	Sri Ratu	Dinding	5219.9131	0.417	11.2	24379.082	35928.295
		Dinding lingkaran	2671.9347	0.314	11.2	9396.6598	
		Pintu gudang	21.5168	0.46	11.2	110.85455	
		Pintu gudang	21.5168	0.46	11.2	110.85455	
		Pintu gudang	21.5168	0.46	11.2	110.85455	
		Pintu gudang	21.5168	0.46	11.2	110.85455	
		Pintu gudang	21.5168	0.46	11.2	110.85455	
		Pintu gudang	21.5168	0.46	11.2	110.85455	
		Pintu gudang	21.5168	0.46	11.2	110.85455	
		Pintu gudang	21.5168	0.46	11.2	110.85455	
		Pintu gudang	21.5168	0.46	11.2	110.85455	
		Pintu gudang	21.5168	0.46	11.2	110.85455	
		Pintu gudang	21.5168	0.46	11.2	110.85455	
		Pintu gudang	43.0336	0.46	11.2	221.70911	
		Lift	107.638	0.408	11.2	711.44412	

g. Perhitungan Beban Infiltrasi Lantai II

AC	pintu	Lebar(ft)	Tinggi(ft)	Perimeter(ft)	ΔW	ΔT	Q(CFM)	q _l (btu/hr)	q _s (btu/hr)
MZ-12	Pintu barat	6,562	8,202	29,528	0,01	11,2	118,110	6116,693	1455,118
MZ-5	Pintu tengah	9,842	8,202	36,089	0,01	11,2	144,357	7475,942	1778,474
	Lift	6,56	8,202		0,01	11,2	127,130	6583,808	1566,242
		6,56	8,202		0,01	11,2	127,130	6583,808	1566,242
MZ-06	Pintu timur	6,562	8,202	29,528	0,01	11,2	118,110	6116,693	1455,118
MZ-06	Pintu karyawan	3,281	6,562	19,686	0,01	11,2	78,742	4077,891	970,101
MZ-06	gudang 1	3,281	6,562	19,686	0,01	11,2	78,742	4077,891	970,101
MZ-06	gudang 2	3,281	6,562	19,686	0,01	11,2	78,742	4077,891	970,101

Lantai IV

Pintu	Lebar(ft)	Tinggi(ft)	Perimeter (ft)	jarak normal pressure level(ft)	Q P (cfm/ft)	Q (CFM)	q1 (btu/hr)	qs (btu/hr)	Q tot
1	3.281	6.562	19.6855	3.28	0.4	7.8742	407.79	97.01	504.799
2	3.281	6.562	19.6855	3.28	0.4	7.8742	407.79	97.01	504.799
3	3.281	6.562	19.6855	3.28	0.4	7.8742	407.79	97.01	504.799
4	3.281	6.562	19.6855	3.28	0.4	7.8742	407.79	97.01	504.799
5	3.281	6.562	19.6855	3.28	0.4	7.8742	407.79	97.01	504.799
6	3.281	6.562	19.6855	3.28	0.4	7.8742	407.79	97.01	504.799
7	3.281	6.562	19.6855	3.28	0.4	7.8742	407.79	97.01	504.799
8	3.281	6.562	19.6855	3.28	0.4	7.8742	407.79	97.01	504.799
9	3.281	6.562	19.6855	3.28	0.4	7.8742	407.79	97.01	504.799
10	3.281	6.562	19.6855	3.28	0.4	7.8742	407.79	97.01	504.799
11	3.281	6.562	19.6855	3.28	0.4	7.8742	407.79	97.01	504.799
12	6.560	6.562	26.244	3.28	0.4	10.498	543.65	129.33	672.98
Lift	6.56	8.202				127.13	6583.8	1566.2	8150.05
	6.56	8.202				127.13	6583.8	1566.2	8150.05

h. Perhitungan Beban Peralatan

Buti					
No	Nama Peralatan	Jumlah	Heat Gain Per Peralatan	HGtot Per Peralatan	HGtot Buti
1	Komputer	2	375.33	750.66	1693.866
2	Telepon	1	22.506	22.506	
3	Printer	1	443.30	443.3	
4	Speaker	2	238.7	477.4	

Naughty					
No	Nama Peralatan	Jumlah	Heat Gain Per Peralatan	HGtot Per Peralatan	HGtot Naughty
1	Komputer	1	375.33	375.33	972.08
2	Printer	1	443.30	443.3	
3	Scanner	1	153.45	153.45	

Bloom					
No	Nama Peralatan	Jumlah	Heat Gain Per Peralatan	HGtot Per Peralatan	HGtot Bloom
1	Komputer	1	375.33	375.33	841.136
2	Telepon	1	22.506	22.506	
3	Printer	1	443.30	443.3	

Jedd					
No	Nama Peralatan	Jumlah	Heat Gain Per Peralatan	HGtot Per Peralatan	HGtot Jedd
1	Speaker	1	238.7	238.7	455.6783
2	DVD	1	12.3783	12.3783	
3	Mesin kasir	1	204.6	204.6	

Eravone					
No	Nama Peralatan	Jumlah	Heat Gain Per Peralatan	HGtot Per Peralatan	HGtot Eravone
1	Komputer	1	375.33	375.33	397.836
2	Telepon	1	22.506	22.506	

Koridor					
No	Nama Peralatan	Jumlah	Heat Gain Per Peralatan	HGtot Per Peralatan	Hgtot koridor
1	Komputer	4	375.33	1501.32	3209.3549
2	speaker	7	238.7	1670.9	
3	DVD	3	12.3783	37.1349	

Samsat					
No	Nama Peralatan	Jumlah	Heat Gain Per Peralatan	HGtot Per Peralatan	HGtot samsat
1	Komputer	2	375.33	750.66	1347.41
2	Printer	1	443.30	443.3	
3	Scanner	1	153.45	153.45	

Izone					
No	Nama Peralatan	Jumlah	Heat Gain Per Peralatan	HGtot Per Peralatan	HGtot Izone
1	Komputer	1	375.33	375.33	528.78
2	Scanner	1	153.45	153.45	

Paris					
No	Nama Peralatan	Jumlah	Heat Gain Per Peralatan	HGtot Per Peralatan	HGtot Paris
1	Speaker	2	238.7	477.4	546.0433
2	TV	1	56.265	56.265	
3	DVD	1	12.3783	12.3783	

Love					
No	Nama Peralatan	Jumlah	Heat Gain Per Peralatan	HGtot Per Peralatan	HGtot Love
1	Speaker	1	238.7	238.7	251.0783
2	DVD	1	12.3783	12.3783	

Faza					
No	Nama Peralatan	Jumlah	Heat Gain Per Peralatan	HGtot Per Peralatan	HGtot Faza
1	TV	1	56.265	56.265	307.3433
2	Speaker	1	238.7	238.7	
3	DVD	1	12.3783	12.3783	

Liana					
No	Nama Peralatan	Jumlah	Heat Gain Per Peralatan	HGtot Per Peralatan	HGtot Liana
1	Telepon	1	22.506	22.506	22.506

Raviola					
No	Nama Peralatan	Jumlah	Heat Gain Per Peralatan	HGtot Per Peralatan	HGtot Reviola
1	Komputer	1	375.33	375.33	818.63
2	Printer	1	443.30	443.3	

Malibo					
No	Nama Peralatan	Jumlah	Heat Gain Per Peralatan	HGtot Per Peralatan	HGtot Malibo
1	Speaker	2	238.7	477.4	489.7783
2	DVD	1	12.3783	12.3783	

Zona 35					
No	Nama Peralatan	Jumlah	Heat Gain Per Peralatan	HGtot Per Peralatan	HGtot Zona 35
1	Speaker	1	238.7	238.7	251.0783
2	DVD	1	12.3783	12.3783	

Lina					
No	Nama Peralatan	Jumlah	Heat Gain Per Peralatan	HGtot Per Peralatan	HGtot Lina
1	Telepon	1	22.506	22.506	22.506

Salwa					
No	Nama Peralatan	Jumlah	Heat Gain Per Peralatan	HGtot Per Peralatan	HGtot Salwa
1	Tape	1	56.265	56.265	56.265

Koridor mz11					
No	Nama Peralatan	Jumlah	Heat Gain Per Peralatan	HGtot Per Peralatan	Hgtot koridor
1	speaker	3	238,7	716,1	1159,4
2	DVD	1	443,3	443,3	

Koridor m12					
No	Nama Peralatan	Jumlah	Heat Gain Per Peralatan	HGtot Per Peralatan	Hgtot koridor
1	Komputer	4	375,33	1501,32	2480,8766
2	speaker	4	238,7	954,8	
3	DVD	2	12,3783	24,7566	

Sri Ratu					
No	Nama Peralatan	Jumlah	Heat Gain Per Peralatan	HGtot Per Peralatan	HGtot Sri ratu
1	Komputer	8	375.33	3002.64	8378.9483
2	Telepon	5	22.506	112.53	
3	DVD	1	12.3783	12.3783	
4	Speaker	22	238.7	5251.4	

i. Perhitungan Daya Pencahayaan Maksimum
Sebelum rekomendasi

No	Tenant	Daya total (watt)	A(m ²)	Daya Maksimum Pencahayaan (Watt/m ²)
1	Buti	5088	259.84	19.58
2	Mutiara	218	38.08	5.72
3	Naughty	930	64.96	14.32
4	Bloom	612	43.68	14.01
5	izone	1284	31.2	41.15
6	bela	1160	33.44	34.69
7	35net	256	16.72	15.31
8	samsat	102	15.84	6.44
9	paris	258	27.2	9.49
10	love	155	15.2	10.20
11	liana	140	15.2	9.21
12	elvis	236	15.2	15.53
13	eravone	216	30.4	7.11
14	faza	234	15.2	15.39
15	malibo	300	13.2	22.73
16	salwa	332	16.72	19.86
17	Jedd	1514	42.56	35.57
18	raviola	184	13.2	13.94
19	horli	110	16.72	6.58
20	azola	88	16.72	5.26
22	zona 35	84	16.72	5.02
21	lina	61	15.2	4.01
22	liana	140	15.2	9.21
23	koridor	7212	1706.997	4.22
24	Sri ratu	108334	6526.268	16.60

Setelah rekomendasi

No	Tenant	Daya total (watt)	A(m ²)	Daya Maksimum Pencahayaannya (Watt/m ²)
1	Buti	2766.3	259.84	10.65
2	Mutlara	350.8	38.08	9.21
3	Bloom	385	43.68	8.81
4	Naughty	577.5	64.96	8.89
5	Izone	338.6	31.2	10.85
6	Reviola	59	13.2	4.47
7	Malibo	78	13.2	5.91
8	Salwa	93.4	16.72	5.59
9	Bella	326.8	33.44	9.77
10	35 nett	104	16.72	6.22
11	Jedd	221.8	42.56	5.21
12	Samsat	52.5	15.84	3.31
13	Paris	122.5	27.2	4.50
14	Love	70	15.2	4.61
15	Elvis	118	15.2	7.76
16	Eravone	85.5	30.4	2.81
17	Faza	106	15.2	6.97
18	Azola	78	16.72	4.67
19	Horli	78	16.72	4.67
20	Zona 35	78	16.72	4.67
21	Lina	72	15.2	4.74
22	Liana	112	15.2	7.37
23	Koridor	9051.6	1706.997	5.30
24	Sri Ratu	34095	6526.268	5.22

j. Perhitungan Intensitas Pencahayaan

No	Tipe	Lampu Rekomendasi								Total Flux
		Jenis Lampu	Lumen	Jumlah	Jumlah Lumen	lm	lm	lx (m ²)	Flux	
1	Dak	True HP LED Downlight	4000	21	84000	0.6	0.62	229.24	201.97	280.28
		LED Downlight	2000	42	84000	0.6	0.62	229.24	170.63	
		Adjustable led spot	2000	24	48000	0.6	0.62	229.24	211.98	
2	Makna	Mini LED Downlight	2000	9	18000	0.6	0.62	38.88	201.61	219.38
		Mini LED Floodlight	2000	2	4000	0.6	0.62	38.88	127.77	
3	Traghy	LED Downlight	2000	33	66000	0.6	0.62	64.90	218.17	218.17
4	Daerah	LED Downlight	2000	33	66000	0.6	0.62	43.48	219.74	219.74
5	Lawa	LED Downlight	2000	8	16000	0.6	0.62	31.2	190.12	201.27
		Mini LED Floodlight	2000	4	8000	0.6	0.62	31.2	382.12	
6	Dak	LED Downlight	2000	12	24000	0.6	0.62	37.46	200.63	242.88
		Mini LED Floodlight	2000	2	4000	0.6	0.62	37.46	179.68	
7	33 m	Mini LED Sals	1000	7	7000	0.6	0.62	16.72	200.12	200.12
8	Samudra	LED Downlight	2000	3	6000	0.6	0.62	12.84	219.78	219.78
9	Pura	LED Downlight	2000	7	14000	0.6	0.62	27.2	214.71	214.71
10	Lawa	LED Downlight	2000	4	8000	0.6	0.62	12.2	200.32	200.32
11	Lawa	LED Downlight	2000	2	4000	0.6	0.62	12.2	200.18	212.18
		Mini LED Floodlight	2000	2	4000	0.6	0.62	12.2	200.00	
12	Dak	Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	217.63
		Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	
		Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	
13	Daerah	Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	217.63
		Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	
		Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	
14	Pura	Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	217.63
		Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	
		Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	
15	Makna	Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	217.63
		Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	
		Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	
16	Lawa	Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	217.63
		Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	
		Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	
17	Dak	Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	217.63
		Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	
		Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	
18	Koridor	Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	217.63
		Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	
		Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	
19	Makna	Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	217.63
		Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	
		Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	
20	Lawa	Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	217.63
		Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	
		Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	
21	Lawa	Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	217.63
		Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	
		Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	
22	Koridor	Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	217.63
		Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	
		Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	
23	Zona Pengawasan Zona	Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	217.63
		Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	
		Mini LED Floodlight	2000	1	2000	0.6	0.62	12.2	122.00	

LAMPIRAN B

a. Tabel Thermal Properties of Typical Building and Insulating Materials

Description	Density (lb./ft. ³)	Conduc- tivity (k)	Conduc- tance (C)	Customary Unit		Specific Heat, Btu/(lb.) (deg F)	Heat Capacity		
				Resistance ^b (R)			WU ft. ²	Htu	
				Per inch (ft./k)	For thick- ness listed (1/C)			Btu ft. ² · F	Btu ft. ² · F
Mineral fiber with resin binder	15	0.29	—	3.43	—	0.17	—	9.15	—
Mineral fiberboard, wet felted	16-17	0.34	—	2.94	—	—	—	2,32-2.4	—
Acoustical tile	18	0.35	—	2.65	—	0.19	—	3.42	—
Acoustical tile	21	0.37	—	2.70	—	—	—	2.94	—
Mineral fiberboard, wet molded	23	0.42	—	2.38	—	0.14	—	3.22	—
Wood or cane fiberboard	—	—	0.80	—	1.25	0.31	—	—	—
Acoustical tile	—	0.51	—	—	1.89	—	—	—	—
Acoustical tile	—	—	0.75 in.	—	—	—	—	—	—
Interior finish (plank, tile)	15	0.35	—	2.66	—	0.32	—	4.80	—
Wood structural (concrete in performed slabs)	22	0.60	—	1.67	—	0.31	—	6.82	—
LOOSE-FILL									
Celulosic insulation (milled paper or wood pulp)	2.3-3.2	0.27-0.32	—	3.13-3.70	—	0.33	—	76-106	—
Sawdust or shavings	8.0-15.0	0.45	—	2.22	—	0.33	—	2,64-4.45	—
Wood fiber, softwood	2.0-3.5	0.30	—	3.33	—	0.33	—	66-116	—
Perlite	5.0-8.0	0.37	—	2.70	—	0.26	—	1.3-2.08	—
Mineral fiber (rock, slag or glass)	0.6-2.0	—	—	—	11	0.17	0.2 - 71	64-12	0.1
approx. 6.5-8.75 in.	0.6-2.0	—	—	—	51-127	0.6-22	0.1-34	0.1-34	0.1
approx. 17.5-30 in.	0.6-2.0	—	—	—	22	0.33	45-146	0.7-25	1.1-34
approx. 10.25-13.75 in.	0.6-2.0	—	—	—	60-202	1.34	0.1-34	0.1-34	0.1
Vermiculite, expanded	7.0-8.2	0.47	—	2.13	—	3.20	—	1.4-1.64	—
4.0-6.0	0.64	—	—	2.27	—	—	—	0.8-1.2	—
ROOF INSULATION^a									
Performed, for use above deck	—	—	0.72	—	1.39	—	—	—	—
Different roof insulations are available in different thicknesses to provide the design C values listed. ^b	—	—	0.72	—	1.39	—	—	—	—
Consult individual manufacturers for actual thickness of their material	—	—	0.72	—	1.39	—	—	—	—
MASONRY MATERIALS									
CONCRETES									
Cement mortar	116	5.0	—	0.20	—	—	—	23.7	—
Gypsum fiber concrete 87-9% gypsum, 12.5% wood chips	51	1.66	—	0.60	—	0.21	—	10.71	—
Lightweight aggregates including ex- panded shale, clay or slate; expanded slags; cinders; pumice; vermiculite; also cellular concretes	120 100 80 80 30 20	5.2 5.6 5.5 5.5 1.15 0.70	—	0.19 0.18 0.40 0.59 0.86 1.43	—	—	—	24.0 20.0 12.0 8.0 8.0 4.0	—
Perlite, expanded	40 30 20	0.93 0.71 0.50	—	1.08 1.41 2.00	—	—	—	12.8 9.6 6.4	—
Sand and gravel or stone aggregate (oven dried)	140	9.0	—	0.11	—	0.22	—	30.8	—
Sand and gravel or stone aggregate (not dried)	140	12.0	—	0.08	—	—	—	28.0	—
Scoria	116	5.0	—	0.20	—	—	—	23.2	—
MASONRY UNITS									
Brick, common	120	5.0	—	0.20	—	0.19	—	22.8	—
Brick, face	130	9.0	—	0.11	—	—	—	24.7	—
Clay tile, hollow:									
1 cell deep	—	1.25	—	0.80	—	0.21	15.8	3.2	12.6
2 cells deep	—	0.90	—	1.11	—	—	16.0	3.4	10.1
3 cells deep	—	0.66	—	1.52	—	—	25.0	5.25	10.5
2 cells deep	—	0.79	—	1.07	—	—	30.0	6.3	9.5
2 cells deep	—	0.45	—	2.22	—	—	33.5	7.4	8.8
3 cells deep	—	0.40	—	2.50	—	—	40.0	8.4	8.4
Concrete blocks, three oval core:									
Sand and gravel aggregate	4 in.	—	1.40	—	0.71	0.22	23.0	5.1	15.2
8 in.	—	0.90	—	1.11	—	—	43.0	9.4	14.1
12 in.	—	0.78	—	1.28	—	—	63.0	13.9	13.9
Cinder aggregate	3 in.	—	1.16	—	0.86	0.21	17.0	3.6	14.3
6 in.	—	0.80	—	1.11	—	—	20.0	4.2	12.6
8 in.	—	0.58	—	1.72	—	—	37.0	7.9	11.8
12 in.	—	0.53	—	1.89	—	—	53.0	11.1	11.1
Lightweight aggregate	3 in.	—	0.79	—	1.27	0.21	15.0	2.4	12.6
(expanded shale, clay, slate	—	—	0.67	—	1.50	—	17.0	3.6	10.9
or slag; pumice)	8 in.	—	0.50	—	2.00	—	32.0	6.7	10.1
12 in.	—	0.44	—	2.27	—	—	43.0	9.0	9.0
Concrete blocks, rectangular core V:									
Sand and gravel aggregate	4 in.	—	0.96	—	1.04	0.22	43.1	9.5	14.2
2 core, 8 in. 36 in. ³	—	0.52	—	1.93	—	0.22	—	—	—
Same with filled core ³	—	—	—	—	—	—	—	—	—

c. Table Surface Conductances and Resistance for Air

Table 3.3 Surface Conductances and Resistances for Air

All conductance values expressed in $\text{Btu}/(\text{hr} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{F})$.
A surface cannot take credit for both an air space resistance value and a surface resistance value.
No credit for an air space value can be taken for any surface facing an air space of less than 0.5 in.

SECTION A. Surface Conductances and Resistances ^{a,b}						SECTION B. Reflectance and Emittance Values of Various Surfaces and Effective Emittances of Air Spaces						
Position of Surface	Direction of Heat Flow	Surface Emittance				Surface	Reflectance in Percent	Average Emittance ^c	Effective Emittance <i>E</i> of Air Space			
		Non-reflective $\epsilon = 0.90$	Reflective $\epsilon = 0.20$		Reflective $\epsilon = 0.05$				One surface emittance ϵ_1 ; the other 0.90	Both surfaces emittances ϵ_1		
		h_i	R	h_i	R						h_i	R
STILL AIR												
Horizontal	Upward	1.63	0.61	0.91	1.10	0.76	1.32	Aluminum foil, bright	92 to 97	0.05	0.05	0.03
Sloping—45 deg	Upward	1.60	0.62	0.88	1.14	0.73	1.37	Aluminum sheet	80 to 95	0.12	0.12	0.06
Vertical	Horizontal	1.46	0.68	0.74	1.35	0.59	1.70	Aluminum coated paper, polished	75 to 84	0.20	0.20	0.11
Sloping—45 deg	Downward	1.32	0.76	0.60	1.67	0.45	2.22	Steel, galvanized, bright	70 to 80	0.25	0.24	0.15
Horizontal	Downward	1.08	0.92	0.37	2.70	0.22	4.55	Aluminum paint	30 to 70	0.50	0.47	0.35
MOVING AIR												
(Any Position)		h_a	R	h_a	R	h_a	R	Building materials: wood, paper, masonry, nonmetallic paints	5 to 15	0.90	0.82	0.82
15-mph Wind (for winter)	Any	6.00	0.17					Regular glass	5 to 15	0.84	0.77	0.72
7.5-mph Wind (for summer)	Any	4.00	0.25									

^aFor ventilated attics or spaces above ceilings under summer conditions (heat flow down) see Table 3.5.

^bConductances are for surfaces of the stated emittance facing virtual blackbody surroundings at the same temperature as the ambient air. Values are based on a surface-air temperature difference of 10 deg F and for surface temperature of 70 F.

d. Table Coefficients of Transmissin(U) for Slab Doors

Table 3.6 Coefficients of Transmission (U) for Slab Doors
Btu per (hr·ft²·F)

Thickness ^a	Winter			Summer
	Solid Wood, No Storm Door	Storm Door ^b		No Storm Door
		Wood	Metal	
1-in.	0.64	0.30	0.39	0.61
1.25-in.	0.55	0.28	0.34	0.53
1.5-in.	0.49	0.27	0.33	0.47
2-in.	0.43	0.24	0.29	0.42
	Steel Door			
1.75 in.				
A ^c	0.59	—	—	0.58
B ^d	0.19	—	—	0.18
C ^e	0.47	—	—	0.46

^aNominal thickness.

^bValues for wood storm doors are for approximately 50% glass; for metal storm door values apply for any percent of glass.

^cA = Mineral fiber core (2 lb./ft³).

^dB = Solid urethane foam core with thermal break.

^eC = Solid polystyrene core with thermal break.

e. Table Wall Construction Group Description

Table 3.9 Wall Construction Group Description

Group No.	Description of Construction	Weight (lb/ft ²)	U-Value Btu/(hr·ft ² ·°F)	Heat Capacity Btu/(ft ² ·°F)	Code Numbers of Layers (See Table 3.11)
4-in. Face Brick+(Brick)					
C	Air Space+4-in. Face Brick	83	0.358	18.3	A0, A2, B1, A2, E0
D	4-in. Common Brick	90	0.415	18.4	A0, A2, C4, E1, E0
C	1-in. Insulation or Air Space+4-in. Common Brick	90	0.174-0.301	18.4	A0, A2, C4, B1/B2, E1, E0
B	2-in. Insulation+4-in. Common Brick	88	0.111	18.5	A0, A2, B3, C4, E1, E0
B	8-in. Common Brick	130	0.302	26.4	A0, A2, C9, E1, E0
A	Insulation or Air Space+8-in. Common Brick	130	0.154-0.243	26.4	A0, A2, C9, B1/B2, E1, E0
4-in. Face Brick+(H.W. Concrete)					
C	Air Space+2-in. Concrete	94	0.350	19.7	A0, A2, B1, C5, E1, E0
B	2-in. Insulation+4-in. concrete	97	0.116	19.8	A0, A2, B3, C5, E1, E0
A	Air Space or Insulation+8-in. or more Concrete	143-190	0.110-0.112	29.1-38.4	A0, A2, B1, C10/11, E1, E0
4-in. Face Brick+(L.W. or H.W. Concrete Block)					
E	4-in. Block	62	0.319	12.9	A0, A2, C2, E1, E0
D	Air Space or Insulation+4-in. Block	62	0.153-0.246	12.9	A0, A2, C2, B1/B2, E1, E0
D	8-in. Block	70	0.274	15.1	A0, A2, C7, A6, E0
C	Air Space or 1-in. Insulation+6-in. or 8-in. Block	73-89	0.221-0.275	15.5-18.5	A0, A2, B1, C7/C8, E1, E0
B	2-in. Insulation+8-in. Block	89	0.096-0.107	15.5-18.6	A0, A2, B3, C7/C8, E1, E0
4-in. Face Brick+(Clay Tile)					
D	4-in. Tile	71	0.381	15.1	A0, A2, C1, E1, E0
D	Air Space+4-in. Tile	71	0.281	15.1	A0, A2, C1, B1, E1, E0
C	Insulation+4-in. Tile	71	0.169	15.1	A0, A2, C1, B2, E1, E0
C	8-in. Tile	96	0.275	19.7	A0, A2, C6, E1, E0
B	Air Space or 1-in. Insulation+8-in. Tile	96	0.142-0.221	19.7	A0, A2, C6, B1/B2, E1, E0
A	2-in. Insulation+8-in. Tile	97	0.097	19.8	A0, A2, B3, C6, E1, E0
H.W. Concrete Wall+(Finish)					
E	4-in. Concrete	63	0.585	12.5	A0, A1, C5, E1, E0
D	4-in. Concrete+1-in. or 2-in. Insulation	63	0.119-0.200	12.5	A0, A1, C5, B2/B3, E1, E0
C	2-in. Insulation+4-in. Concrete	63	0.119	12.7	A0, A1, B6, C5, E1, E0
C	8-in. Concrete	109	0.490	21.9	A0, A1, C10, E1, E0
B	8-in. Concrete+1-in. or 2-in. Insulation	110	0.115-0.187	22.0	A0, A1, C10, B5/B6, E1, E0
A	2-in. Insulation+8-in. Concrete	110	0.115	21.9	A0, A1, B3, C10, E1, E0
B	12-in. Concrete	156	0.421	31.2	A0, A1, C11, E1, E0
A	12-in. Concrete+Insulation	156	0.113	31.3	A0, C11, B6, A6, E0
L.W. and H.W. Concrete Block+(Finish)					
F	4-in. Block+Air Space/Insulation	29-36	0.161-0.263	5.7-7.2	A0, A1, C2, B1/B2, E1, E0
E	2-in. Insulation+4-in. Block	29-37	0.105-0.114	5.8-7.3	A0, A1, B1, C2/C3, E1, E0
E	8-in. Block	41-57	0.294-0.402	6.3-11.3	A0, A1, C7/C8, E1, E0
D	8-in. Block+Air Space/Insulation	41-57	0.149-0.173	8.3-11.3	A0, A1, C7/C8, B2, E1, E0
Clay Tile+(Finish)					
F	4-in. Tile	39	0.419	7.8	A0, A1, C1, E1, E0
F	4-in. Tile+Air Space	39	0.303	7.8	A0, A1, C1, B1, E1, E0
E	4-in. Tile+1-in. Insulation	39	0.175	7.9	A0, A1, C1, B2, E1, E0
D	2-in. Insulation+4-in. Tile	40	0.110	7.9	A0, A1, B3, C1, E1, E0
D	8-in. Tile	63	0.296	12.5	A0, A1, C6, E1, E0
C	8-in. Tile+Air Space/1-in. Insulation	63	0.151-0.231	12.6	A0, A1, C6, B1/B2, E1, E0
B	2-in. Insulation+8-in. Tile	63	0.099	12.6	A0, A1, B3, C6, E1, E0
Metal Curtain Wall					
G	With/without Air Space+1-in./2-in./3-in. Insulation	5-6	0.091-0.230	0.7	A0, A3, B5/B6/B12, A3, E0
Frame Wall					
G	1-in. to 3-in. Insulation	16	0.081-0.178	3.2	A0, A1, B1, B2/B3/B4, E1, E0

f. Table Cooling Load Temperatur Differences for Calculating Cooling Load from Sunlit Walls

Table 3.10 Cooling Load Temperature Differences for Calculating Cooling Load from Sunlit Walls

	Solar Time, hr																							Hr of Maxi- mum CLTD	Mini- mum CLTD	Maxi- mum CLTD	Differ- ence CLTD			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23					24		
North Latitude																														
Wall Facing																														
N	14	14	14	13	13	12	12	11	11	10	10	10	10	10	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	2	10	14	4		
NE	19	19	19	18	17	17	16	15	15	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19	20	20	20	20	22	15	20	5			
E	24	24	23	22	21	20	19	19	18	18	19	19	20	21	22	23	24	24	25	25	25	25	25	22	18	25	7			
SE	24	23	22	21	20	20	19	18	18	18	18	19	20	21	22	23	24	24	24	24	24	24	22	18	24	6				
S	20	20	19	18	18	17	16	16	15	14	14	14	14	14	15	16	17	18	19	19	20	20	20	23	14	20	6			
SW	25	25	25	24	24	23	22	21	20	19	18	17	17	17	17	18	19	20	22	23	24	25	25	24	17	25	8			
W	27	27	26	26	25	24	23	22	21	20	19	18	18	18	18	18	19	20	22	23	25	26	26	1	18	27	9			
NW	21	21	21	20	20	19	18	17	16	15	15	14	14	14	14	15	15	16	17	18	19	20	21	1	14	21	7			
Group B Walls																														
N	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	8	8	9	9	9	10	11	12	13	14	14	15	15	15	24	8	15	7		
NE	19	18	17	16	15	14	13	12	12	13	14	15	16	17	18	19	19	20	20	21	21	21	20	20	21	12	21	9		
E	23	22	21	20	19	18	17	16	15	15	15	16	18	20	21	23	24	25	26	26	26	26	24	21	14	26	12			
SE	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	14	15	16	18	20	21	23	24	25	26	26	26	24	21	14	26	12			
S	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	11	11	12	14	15	17	19	20	21	22	22	21	23	11	22	11			
SW	27	26	25	24	23	22	21	19	18	16	15	14	14	13	13	14	15	17	20	22	25	27	28	24	13	28	15			
W	29	28	27	26	24	23	21	19	18	17	16	15	14	14	14	15	17	19	22	25	27	29	29	30	24	14	30	16		
NW	23	22	21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	11	11	12	13	15	17	19	21	22	23	24	11	23	9	9			
Group C Walls																														
N	15	14	13	12	11	10	9	8	8	7	7	7	8	8	9	10	12	13	14	15	16	17	17	17	16	22	7	17	10	
NE	19	17	16	14	13	11	10	10	11	13	15	17	19	20	21	22	22	23	23	23	23	22	21	20	20	10	23	13		
E	22	21	19	17	15	14	12	12	12	14	16	19	22	25	27	29	29	30	30	29	28	27	26	24	18	12	30	16		
SE	22	21	19	17	15	14	12	12	12	13	16	19	22	25	27	29	29	29	29	29	28	27	26	24	19	12	29	17		
S	21	19	18	16	15	13	12	10	9	9	9	10	11	14	17	20	22	24	25	26	25	25	24	22	20	9	26	17		
SW	29	27	25	22	20	18	16	15	13	12	11	11	11	13	15	18	22	26	29	32	33	33	32	31	22	11	33	22		
W	31	29	27	25	22	20	18	16	14	13	12	12	12	13	14	16	20	24	29	32	35	35	35	33	22	12	35	23		
NW	25	23	21	20	18	16	14	13	11	10	10	10	10	11	12	13	15	18	22	25	27	27	27	26	22	7	27	17		
Group D Walls																														
N	15	13	12	10	9	7	6	6	6	6	6	6	7	7	8	9	10	12	13	15	17	18	19	19	18	16	21	6	19	13
NE	17	15	13	11	10	8	7	8	10	14	17	20	22	23	23	24	24	25	25	24	22	19	17	15	16	4	26	22	1	
E	19	17	15	13	11	9	8	9	12	17	22	27	30	32	33	33	32	31	30	28	26	24	22	16	8	31	25	15		
SE	20	17	15	13	11	9	8	8	10	13	17	22	26	29	31	32	32	32	31	30	28	26	24	22	17	8	32	24	14	
S	19	17	15	13	11	9	8	7	6	6	7	9	12	16	20	24	27	29	29	27	26	24	22	19	6	29	23	6		
SW	28	25	22	19	16	14	12	10	9	8	8	8	10	12	16	21	27	32	36	38	37	34	31	21	8	38	30	10		
W	31	27	24	21	18	15	13	11	10	9	9	9	10	11	14	18	24	30	36	40	41	40	38	34	21	9	41	32	9	
NW	25	22	19	17	14	12	10	9	8	7	7	8	9	10	12	14	18	22	27	31	32	32	30	27	22	7	32	25	1	
Group E Walls																														
N	12	10	8	7	5	4	3	4	5	6	7	9	11	13	15	17	19	20	21	23	25	28	30	30	3	22	19	3		
NE	13	11	9	7	6	4	5	9	15	20	24	25	25	26	26	26	26	25	24	22	19	17	15	16	4	26	22	1		
E	14	12	10	8	6	5	6	11	18	26	33	36	38	37	36	34	33	32	30	28	25	22	19	17	13	5	38	33		
SE	15	12	10	8	7	5	5	8	12	19	25	31	35	37	37	36	34	33	31	28	26	23	20	17	5	37	32	5		
S	15	12	10	8	7	5	4	5	9	13	19	24	29	32	34	33	31	29	26	23	20	17	15	13	3	34	31	3		
SW	22	18	15	12	10	8	6	5	6	7	9	12	18	24	32	38	43	45	46	40	35	30	26	19	5	45	40	5		
W	25	21	17	14	11	9	7	6	6	7	9	11	14	20	27	35	43	49	45	40	34	29	23	16	6	49	43	6		
NW	20	17	14	11	9	7	6	5	5	5	6	8	10	13	16	20	26	32	37	38	36	32	28	24	20	5	38	33	1	
Group F Walls																														
N	8	6	5	3	2	1	2	4	6	7	9	11	14	17	19	21	22	23	24	25	26	26	25	11	19	1	24	23		
NE	9	7	5	3	2	1	5	14	23	38	50	59	28	27	27	27	26	24	22	19	16	13	11	11	1	30	29	1		
E	4	2	1	0	-1	-1	11	47	54	55	50	40	33	31	30	29	27	24	19	15	12	10	8	6	-1	55	56	40		
SE	5	2	1	0	-2	-1	10	32	41	42	37	28	25	24	23	22	21	19	16	13	10	8	6	-1	54	55	40	39		
S	4	2	1	0	-1	0	5	12	22	30	39	45	46	43	37	31	25	20	15	12	10	8	5	14	-1	40	47	37		
SW	5	4	3	1	0	0	2	5	8	12	16	26	38	50	59	63	61	52	37	24	17	13	10	8	16	0	63	63		
W	11	9	7	5	4	3	1	1	3	5	8	12	19	28	39	50	61	71	78	81	78	71	61	48	19	7	81	78		
NW	5	3	2	1	0	0	2	5	8	11	15	19	27	37	47	55	55	41	25	17	13	10	8	6	0	55	55	40		

g. Table Thermal Properties and Code Numbers of Layers Used in Calculation Of Coefficient for Roof and Wall

Table 3.11 Thermal Properties and Code Numbers of Layers Used in Calculations of Coefficients for Roof and Wall

Description	Code Number	Thickness and Thermal Properties				R	WT	WT × SH
		L	K	D	SH			
Outside surface resistance	A0					0.333		
1-in. Stucco (asbestos cement or wood siding plaster, etc.)	A1	0.0833	0.4	116	0.20	0.208	9.66	1.93
4-in. face brick (dense concrete)	A2	0.333	0.75	130	0.22	0.444	43.3	9.53
Steel siding (aluminum or other lightweight cladding)	A3	0.005	26.0	480	0.10	0.0002	2.40	0.24
Finish	A6	0.0417	0.24	78	0.26	0.174	3.25	0.85
Air space resistance	B1					0.91		
1-in. insulation	B2	0.083	0.025	2.0	0.2	3.32	0.17	0.03
2-in. insulation	B3	0.167	0.025	2.0	0.2	6.68	0.33	0.07
3-in. insulation	B4	0.25	0.025	2.0	0.2	10.03	0.50	0.10
1-in. insulation	B5	0.0833	0.025	5.7	0.2	3.33	0.47	0.10
2-in. insulation	B6	0.167	0.025	5.7	0.2	6.68	0.95	0.19
1-in. wood	B7	0.0833	0.07	37.0	0.6	1.19	3.08	1.85
2.5-in. wood	B8	0.2083	0.07	37.0	0.6	2.98	7.71	4.63
4-in. wood	B9	0.333	0.07	37.0	0.6	4.76	12.3	7.38
2-in. wood	B10	0.167	0.07	37.0	0.6	2.39	6.18	3.71
3-in. wood	B11	0.25	0.07	37.0	0.6	3.58	9.25	5.55
3-in. insulation	B12	0.25	0.025	5.7	0.2	10.0	1.42	0.28
4-in. clay tile	C1	0.333	0.33	70.0	0.2	1.01	23.3	4.66
4-in. l.w. concrete block	C2	0.333	0.22	38.0	0.2	1.51	12.7	2.54
4-in. h.w. concrete block	C3	0.333	0.47	61.0	0.2	0.71	20.3	4.06
4-in. common brick	C4	0.333	0.42	120	0.2	0.79	40.0	8.00
4-in. h.w. concrete	C5	0.333	1.0	140	0.2	0.333	46.6	9.32
8-in. clay tile	C6	0.667	0.33	70	0.2	2.02	46.7	9.34
8-in. l.w. concrete block	C7	0.667	0.33	38.0	0.2	2.02	23.4	5.08
8-in. h.w. concrete block	C8	0.667	0.6	61.0	0.2	1.11	40.7	8.14
8-in. common brick	C9	0.667	0.42	120	0.2	1.59	80.0	16.00
8-in. h.w. concrete	C10	0.667	1.0	140	0.2	0.667	93.4	18.68
12-in. h.w. concrete	C11	1.0	1.0	140	0.2	1.00	140.0	28.00
2-in. h.w. concrete	C12	0.167	1.0	140	0.2	0.167	23.4	4.68
6-in. h.w. concrete	C13	0.5	1.0	140	0.2	0.50	70.0	14.00
4-in. l.w. concrete	C14	0.333	0.1	40	0.2	3.33	13.3	2.66
6-in. l.w. concrete	C15	0.5	0.1	40	0.2	5.0	20.0	4.00
8-in. l.w. concrete	C16	0.667	0.1	40	0.2	6.67	26.7	5.34
Inside surface resistance	E0					0.685		
0.75-in. plaster; 0.75-in. gypsum or other similar finishing layer	E1	0.0625	0.42	100	0.2	0.149	6.25	1.25
0.5-in. slag or stone	E2	0.0417	0.83	55	0.40	0.050	2.29	0.92
0.375-in. felt membrane	E3	0.0313	0.11	70	0.40	0.285	2.19	0.88
Ceiling air space	E4					1.0		
Acoustic tile	E5	0.0625	0.035	30	0.20	1.786	1.88	0.38

¹ Units: L = ft.; SH = Btu/(lb · deg F); K = Btu/(hr · ft · deg F); R = (hr · ft² · deg F)/Btu; D = lb/ft³; WT = lb/ft²; WT SH = Btu/(ft² · F)

h. Table CLTD Correction For Latitude and Month Applied to Walls and Roofs, North Latitudes

Lat.	Month	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	HOR
		NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW			
0	Dec	-3	-5	-5	-5	-2	0	3	6	9	-1
	Jan/Nov	-3	-5	-4	-4	-1	0	2	4	7	-1
	Feb/Oct	-3	-2	-2	-1	-1	0	-1	0	0	0
	Mar/Sep	-3	0	-1	-1	-1	-3	-5	-8	0	-2
	Apr/Aug	5	4	3	0	-2	-5	-6	-8	-8	-4
	May/Jul	10	7	5	0	-3	-7	-8	-9	-8	-5
	Jun	12	9	5	0	-3	-7	-9	-10	-8	-5
8	Dec	-4	-6	-6	-6	-3	0	4	8	12	-5
	Jan/Nov	-3	-5	-6	-5	-2	0	3	6	10	-4
	Feb/Oct	-3	-4	-3	-3	-1	-1	1	2	4	-1
	Mar/Sep	-3	-1	-1	-1	-2	-3	-2	-3	-4	0
	Apr/Aug	2	2	2	0	-1	-4	-5	-7	-7	-1
	May/Jul	7	5	4	0	-2	-5	-7	-9	-7	-2
	Jun	9	6	4	0	-2	-6	-8	-9	-7	-2
16	Dec	-4	-6	-8	-8	-4	-1	4	9	13	-9
	Jan/Nov	-4	-6	-7	-7	-4	-1	4	8	12	-7
	Feb/Oct	-3	-5	-5	-4	-2	0	2	5	7	-4
	Mar/Sep	-3	-1	-2	-2	-1	-1	0	0	0	-1
	Apr/Aug	-1	0	-1	-1	-1	-3	-3	-5	-6	0
	May/Jul	4	3	3	0	-1	-4	-5	-7	-7	0
	Jun	6	4	4	1	-1	-4	-6	-8	-7	0
24	Dec	-5	-7	-9	-10	-7	-3	3	9	13	-13
	Jan/Nov	-4	-8	-8	-9	-6	-3	3	9	13	-11
	Feb/Oct	-4	-5	-6	-6	-3	-1	3	7	10	-7
	Mar/Sep	-3	-4	-3	-3	-1	-1	1	2	4	-3
	Apr/Aug	-2	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-3	0
	May/Jul	1	2	2	0	0	-3	-3	-5	-6	1
	Jun	3	3	3	1	0	-3	-4	-6	-6	1
32	Dec	-5	-7	-10	-11	-8	-5	2	9	12	-17
	Jan/Nov	-5	-7	-9	-11	-8	-4	2	9	12	-15
	Feb/Oct	-4	-6	-7	-8	-4	-2	4	8	11	-10
	Mar/Sep	-3	-4	-4	-4	-2	-1	3	5	7	-5
	Apr/Aug	-2	-2	-1	-1	-1	-2	0	1	1	-1
	May/Jul	1	1	1	0	0	-1	-1	-3	-3	1
	Jun	1	2	2	1	0	-2	-2	-4	-4	2
40	Dec	-6	-8	-10	-13	-10	-7	0	7	10	-21
	Jan/Nov	-5	-7	-10	-12	-9	-6	1	8	11	-19
	Feb/Oct	-5	-7	-8	-9	-6	-3	3	8	12	-14
	Mar/Sep	-4	-5	-5	-6	-3	-1	4	7	10	-8
	Apr/Aug	-2	-3	-2	-2	0	0	2	3	4	-3
	May/Jul	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Jun	1	1	1	0	1	0	0	-1	-1	2
48	Dec	-6	-8	-11	-14	-13	-10	-3	2	6	-25
	Jan/Nov	-6	-8	-11	-13	-11	-8	-1	5	8	-24
	Feb/Oct	-5	-7	-10	-11	-8	-5	1	8	11	-18
	Mar/Sep	-4	-6	-6	-7	-4	-1	4	8	11	-11
	Apr/Aug	-3	-3	-3	-3	-1	0	4	6	7	-5
	May/Jul	0	-1	0	0	1	1	3	3	4	0
	Jun	1	1	2	1	2	1	2	2	3	2
56	Dec	-7	-9	-12	-16	-16	-14	-9	-5	-3	-28
	Jan/Nov	-6	-8	-11	-15	-14	-12	-6	-1	2	-27
	Feb/Oct	-6	-8	-10	-12	-10	-7	0	6	9	-22
	Mar/Sep	-5	-6	-7	-8	-5	-2	4	8	12	-15
	Apr/Aug	-3	-4	-4	-4	-1	1	5	7	9	-8
	May/Jul	0	0	0	0	2	2	5	6	7	-2
	Jun	2	1	2	1	3	3	4	5	6	1
64	Dec	-7	-9	-12	-16	-17	-18	-16	-14	-12	-30
	Jan/Nov	-7	-9	-12	-16	-16	-16	-13	-10	-8	-29
	Feb/Oct	-6	-8	-11	-14	-13	-10	-4	1	4	-26
	Mar/Sep	-5	-7	-9	-10	-7	-4	2	7	11	-20
	Apr/Aug	-3	-4	-4	-4	-2	-1	5	9	11	-11
	May/Jul	1	0	1	0	3	4	6	8	10	-3
	Jun	2	0	2	2	4	4	6	7	9	0

(1) Corrections in this table are in degrees F. The correction is applied directly to the CLTD for a wall or roof as given in Tables 3.10 and 3.8.

(2) The CLTD correction given in this table is not applicable to Table 3.23, Cooling Load Temperature Differences for Conduction through Glass.

(3) For South latitudes, replace Jan. through Dec. by July through June.

i. Table Overall Coefficients of Heat Transmission (U-Factor) of Windows and Skylight, Btu/(hr.ft².F)

Table 3.14A Overall Coefficients of Heat Transmission (U-Factor) of Windows and Skylights, Btu/(hr·ft²·F)

Description	Exterior Vertical Panels				Exterior Horizontal Panels (Skylights)	
	Summer**		Winter*		Summer ¹	Winter ¹
	No Indoor Shade	Indoor Shade***	No Indoor Shade	Indoor Shade***		
Flat Glass ^b						
Single Glass	1.04	0.81	1.10	0.83	0.83	1.23
Insulating Glass, Double ^c						
3/16 in. air space ^d	0.65	0.58	0.62	0.52	0.57	0.70
1/4 in. air space ^d	0.61	0.55	0.58	0.48	0.54	0.65
1/2 in. air space ^e	0.56	0.52	0.49	0.42	0.49	0.59
1/2 in. air space, low emittance coating ^f						
e = 0.20	0.38	0.37	0.32	0.30	0.36	0.48
e = 0.40	0.45	0.44	0.38	0.35	0.42	0.52
e = 0.60	0.51	0.48	0.43	0.38	0.46	0.56
Insulating Glass, Triple ^c						
1/4 in. air space ^d	0.44	0.40	0.39	0.31		
1/2 in. air space ^d	0.39	0.36	0.31	0.26		
Storm Windows						
1 in. to 4 in. air spaces ^d	0.50	0.48	0.50	0.42		
Plastic Bubbles ^k						
Single					0.80	1.15
Double					0.46	0.70

j. Table Shading Coefficient for Glass Without or With Interior Shading by Venetian Blinds or Roller Shades

Table 3.18 Shading Coefficients for Glass Without or With Interior Shading by Venetian Blinds or Roller Shades

	Type of Glass	Nominal Thickness Each Light ^a	Solar Trans. ^b	No Interior Shading		Type of Interior Shading				
				$h_c = 4.0$	$h_c = 3.0$	Venetian Blinds		Roller Shades		
						Medium	Light	Opaque	Light	Translucent
SINGLE GLASS	Single	3/32 to 1/4	0.87-0.80	1.00	1.00					
	Clear	1/4 to 1/2	0.80-0.71	0.94	0.95					
	Clear	3/8	0.72	0.90	0.92					
	Clear	1/2	0.67	0.87	0.88	0.64	0.55	0.59	0.25	0.39
	Clear Pattern	1/8 to 9/32	0.87-0.79	0.83	0.85					
	Heat Absorbing Pattern	1/8		0.83	0.85					
	Heat Absorbing ^c	3/16 to 1/4	0.46	0.69	0.73					
	Heat Absorbing Pattern	3/16 to 1/4		0.69	0.73	0.57	0.53	0.45	0.30	0.36
	Tinted	1/8 to 7/32	0.59-0.45	0.69	0.73					
	Heat Absorbing or Pattern			0.60	0.64	0.54	0.52	0.40	0.28	0.32
	Heat Absorbing ^c	3/8		0.34	0.60					
	Heat Absorbing or Pattern			0.44-0.30						
	Reflective Coated Glass	1/2	0.24	0.53	0.58	0.42	0.40	0.36	0.28	0.31
				0.30		0.25	0.23			
INSULATING GLASS	Double ^d	3/32, 1/8	0.71 ^a	0.88	0.88	0.57	0.51	0.60	0.25	0.37
	Clear In									
	Clear Out	1/4	0.61 ^a	0.81	0.82					
	Clear In									
	Heat Absorbing Out	1/4	0.36 ^a	0.55	0.58					
	Clear In					0.39	0.36	0.40	0.22	0.30
	Reflective Coated Glass			0.20		0.19	0.18			
				0.30		0.27	0.26			
				0.40		0.34	0.33			
	Triple									
	Clear	1/4	0.71							
	Clear	1/8	0.80							

^a Refer to manufacturer's literature for values.

^b For vertical blinds with opaque white and beige louvers in the tightly closed position, SC is 0.25 and 0.29 when used with glass of 0.71 to 0.80 transmittance.

^c Refers to grey, bronze and green tinted heat-absorbing glass.

^d Refers to factory-fabricated units with 3/16, 1/4 or 1/2 in. air space or to prime windows plus storm windows.

k. Table Cooling Load Temperature Difference for Conduction Through Glass and Conduction Through Doors

Table 3.23 Cooling Load Temperature Difference for Conduction Through Glass and Conduction Through Doors

Solar Time, hr																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
CLTD, F																							
10	0	1	-2	-2	-2	-2	0	2	4	7	9	12	13	14	14	13	12	10	8	6	4	3	2

l. Table maximum Solar Heat Gain Factor, Btu/(hr · ft²) for Sunlit Glass, North Latitude

Table 3.25 Maximum Solar Heat Gain Factor, Btu/(hr · ft²) for Sunlit Glass, North Latitudes

0 Deg										16 Deg									
N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	HOR	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	HOR
Jan. 34	34	88	177	234	254	235	182	118	296	Jan. 30	30	55	147	210	244	251	223	199	248
Feb. 36	38	100	190	240	260	241	194	126	306	Feb. 33	33	96	188	231	247	233	188	154	291
Mar. 38	87	170	223	242	223	170	87	38	303	Mar. 33	33	96	188	231	247	233	188	154	291
Apr. 71	134	193	224	221	184	118	38	37	284	Apr. 39	99	172	216	227	204	150	77	45	289
May 113	164	203	218	201	154	80	37	37	265	May 52	132	189	218	215	179	115	45	41	282
June 129	173	206	212	191	140	66	37	37	255	June 66	142	194	217	207	167	99	41	41	277
July 151	164	201	213	195	149	77	38	38	260	July 55	132	187	214	210	174	111	44	42	277
Aug 75	134	187	216	212	175	112	39	38	276	Aug. 41	109	168	209	219	196	143	74	46	282
Sep. 49	84	163	213	231	213	163	84	40	293	Sep. 36	50	134	196	227	224	191	134	93	282
Oct. 37	40	129	199	236	238	202	135	66	249	Oct. 33	33	95	174	223	237	225	183	150	270
Nov. 35	35	88	175	230	250	230	179	117	293	Nov. 30	30	55	145	206	241	247	220	196	246
Dec. 34	34	71	164	226	253	240	196	138	288	Dec. 29	29	41	132	198	241	254	233	212	234

4 Deg										20 Deg									
N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	HOR	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	HOR
Jan. 33	33	79	170	229	252	237	193	141	286	Jan. 29	29	48	138	201	243	253	233	214	232
Feb. 35	35	123	199	242	248	215	152	88	301	Feb. 31	31	88	173	226	244	238	201	174	263
Mar. 38	87	163	219	242	227	177	96	43	302	Mar. 34	49	132	200	237	236	206	152	115	284
Apr. 55	125	189	223	223	190	126	43	38	287	Apr. 38	92	166	213	228	208	158	91	58	287
May 93	154	200	220	206	161	89	38	38	272	May 47	123	184	217	217	184	124	54	42	283
June 110	164	202	215	196	147	73	38	38	263	June 59	135	189	216	210	173	108	45	42	279
July 124	154	197	215	200	156	85	39	38	267	July 48	124	182	213	212	179	119	53	43	278
Aug 59	124	184	215	214	181	120	42	40	279	Aug. 40	91	162	206	220	200	152	88	57	280
Sep. 39	75	156	209	231	216	170	93	44	293	Sep. 36	46	127	191	235	225	199	148	114	277
Oct. 36	36	120	193	234	239	207	148	86	294	Oct. 32	32	87	167	217	236	231	196	170	258
Nov. 34	34	79	168	226	248	232	190	139	284	Nov. 29	29	48	138	201	243	253	233	214	232
Dec. 33	33	62	157	221	250	242	206	160	277	Dec. 27	27	35	122	187	238	254	241	236	217

8 Deg										24 Deg									
N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	HOR	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	HOR
Jan. 32	32	71	163	224	250	242	203	162	275	Jan. 27	27	41	128	190	240	253	241	227	214
Feb. 34	34	114	193	229	248	219	165	110	294	Feb. 30	30	80	165	230	244	243	213	192	249
Mar. 37	67	156	215	241	230	184	110	55	300	Mar. 34	45	124	195	234	237	214	168	137	275
Apr. 64	117	184	221	225	195	134	53	39	289	Apr. 37	88	159	209	228	212	169	107	75	283
May 74	146	198	220	209	167	97	39	38	277	May 43	117	176	214	218	190	132	67	46	282
June 90	155	200	217	205	161	82	39	39	269	June 55	127	184	214	212	179	117	55	43	279
July 77	145	195	215	204	162	93	40	39	272	July 45	116	176	210	213	185	129	65	46	278
Aug. 47	117	179	214	216	186	128	51	41	282	Aug. 38	87	156	203	220	204	162	103	72	277
Sep. 38	66	149	205	230	219	176	107	56	290	Sep. 35	42	119	185	222	225	206	163	134	266
Oct. 35	35	112	187	231	239	211	160	108	288	Oct. 31	31	79	159	211	237	235	207	187	244
Nov. 33	33	71	161	220	245	233	200	160	273	Nov. 27	27	42	126	187	236	249	227	224	213
Dec. 31	31	55	149	215	246	247	215	179	265	Dec. 26	26	35	112	180	234	247	247	237	199

12 Deg										28 Deg									
N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	HOR	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	HOR
Jan. 31	31	63	155	217	246	247	212	182	262	Jan. 25	25	35	117	183	235	251	247	238	196
Feb. 34	34	105	186	235	248	226	177	133	286	Feb. 29	29	72	157	213	244	246	224	207	234
Mar. 36	58	148	210	240	233	190	124	73	297	Mar. 33	41	116	189	231	237	221	182	157	265
Apr. 60	139	194	220	212	173	106	40	40	280	Apr. 36	84	151	205	228	216	178	124	94	278
May 76	149	198	217	204	161	90	40	40	274	May 40	115	172	211	219	195	144	83	58	280
June 93	159	201	218	201	156	82	39	39	268	June 51	125	181	212	216	184	126	62	46	276
July 110	166	204	211	194	146	62	39	39	262	July 41	114	170	208	215	190	140	80	57	276
Aug. 42	109	174	212	218	191	135	62	142	282	Aug. 38	83	149	199	220	207	172	120	91	272
Sep. 37	57	142	201	229	222	182	121	73	287	Sep. 34	38	111	179	226	213	177	154	256	
Oct. 34	34	103	180	232	238	219	172	130	240	Oct. 30	30	80	165	230	244	243	213	192	249
Nov. 32	32	71	161	220	245	233	200	160	273	Nov. 26	26	35	115	181	232	247	243	235	195
Dec. 30	30	47	141	207	248	251	223	197	250	Dec. 24	24	24	99	172	227	248	241	246	195

m. Table Cooling Load Factors for Glass without Interior Shading, North Latitudes

Table 3.27 Cooling Load Factors for Glass without Interior Shading, North Latitudes

Fenestration Facing	Room Construction	Solar Time, hr.																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N (Studied)	L	0.17	0.14	0.11	0.09	0.08	0.33	0.42	0.48	0.56	0.63	0.71	0.76	0.80	0.82	0.82	0.79	0.79	0.84	0.61	0.48	0.38	0.31	0.25	0.20
	M	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.34	0.41	0.46	0.53	0.59	0.65	0.70	0.74	0.75	0.76	0.74	0.75	0.79	0.61	0.50	0.42	0.36	0.31	0.27
	H	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.38	0.45	0.49	0.55	0.60	0.65	0.69	0.72	0.72	0.72	0.70	0.70	0.75	0.57	0.46	0.39	0.34	0.31	0.28
NNE	L	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.26	0.43	0.47	0.44	0.41	0.40	0.39	0.39	0.38	0.36	0.33	0.30	0.26	0.20	0.16	0.13	0.10	0.08	0.07
	M	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.24	0.38	0.42	0.39	0.37	0.37	0.36	0.36	0.36	0.34	0.33	0.30	0.27	0.22	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10
	H	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.26	0.39	0.42	0.39	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.31	0.28	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
NE	L	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.23	0.41	0.51	0.51	0.45	0.39	0.36	0.33	0.31	0.28	0.26	0.23	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05
	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.21	0.36	0.44	0.45	0.40	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.24	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.08
	H	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.23	0.37	0.44	0.44	0.39	0.34	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.17	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
ENE	L	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.21	0.40	0.52	0.57	0.53	0.45	0.39	0.34	0.31	0.28	0.25	0.22	0.18	0.14	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05
	M	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.20	0.35	0.45	0.49	0.47	0.41	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.23	0.20	0.17	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08
	H	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07	0.22	0.36	0.46	0.49	0.45	0.38	0.33	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
E	L	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.19	0.37	0.51	0.57	0.57	0.50	0.42	0.37	0.32	0.29	0.25	0.22	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05
	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.18	0.33	0.44	0.50	0.51	0.46	0.39	0.35	0.31	0.29	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08
	H	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.20	0.34	0.45	0.49	0.49	0.43	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
ESE	L	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.17	0.34	0.49	0.58	0.61	0.57	0.48	0.41	0.36	0.32	0.28	0.24	0.20	0.16	0.13	0.10	0.09	0.07	0.06
	M	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.16	0.31	0.43	0.51	0.54	0.51	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.26	0.22	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09
	H	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.19	0.32	0.43	0.50	0.52	0.49	0.41	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11
SE	L	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.13	0.28	0.43	0.55	0.62	0.63	0.57	0.48	0.42	0.37	0.33	0.28	0.24	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07
	M	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.14	0.26	0.38	0.48	0.54	0.56	0.51	0.45	0.40	0.36	0.33	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10
	H	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.17	0.28	0.40	0.49	0.53	0.53	0.48	0.41	0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
SSE	L	0.07	0.05	0.04	0.04	0.03	0.06	0.15	0.29	0.43	0.55	0.63	0.64	0.60	0.52	0.45	0.40	0.37	0.29	0.23	0.18	0.15	0.12	0.10	0.08
	M	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.08	0.16	0.26	0.38	0.48	0.55	0.57	0.54	0.48	0.43	0.39	0.35	0.30	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12
	H	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09	0.12	0.19	0.29	0.40	0.49	0.54	0.55	0.51	0.44	0.39	0.35	0.31	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13
S	L	0.08	0.07	0.05	0.04	0.04	0.06	0.09	0.14	0.22	0.34	0.48	0.59	0.65	0.65	0.59	0.50	0.43	0.36	0.28	0.22	0.18	0.15	0.12	0.10
	M	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.08	0.11	0.14	0.21	0.31	0.42	0.52	0.57	0.58	0.53	0.47	0.41	0.35	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14
	H	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.11	0.14	0.17	0.24	0.33	0.43	0.51	0.56	0.55	0.50	0.43	0.37	0.32	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15
SSW	L	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.06	0.09	0.11	0.15	0.19	0.27	0.39	0.52	0.62	0.67	0.65	0.58	0.46	0.36	0.28	0.23	0.19	0.15	0.12
	M	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.11	0.13	0.15	0.18	0.25	0.35	0.46	0.55	0.59	0.59	0.53	0.44	0.35	0.30	0.25	0.22	0.19	0.16
	H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.12	0.14	0.16	0.18	0.21	0.27	0.37	0.46	0.53	0.57	0.55	0.49	0.40	0.32	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16
SW	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.24	0.36	0.49	0.60	0.66	0.66	0.58	0.45	0.33	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.14	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.23	0.33	0.44	0.53	0.58	0.59	0.53	0.41	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19
	H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.12	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.25	0.34	0.44	0.52	0.56	0.56	0.49	0.37	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17
WSW	L	0.12	0.10	0.08	0.07	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	0.17	0.26	0.40	0.52	0.62	0.66	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.15
	M	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.17	0.24	0.35	0.46	0.54	0.58	0.55	0.42	0.34	0.28	0.24	0.21	0.19
	H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.19	0.26	0.36	0.46	0.53	0.56	0.51	0.38	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17
W	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12	0.14	0.20	0.32	0.45	0.57	0.64	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.19	0.29	0.40	0.50	0.56	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
	H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.21	0.30	0.40	0.49	0.54	0.52	0.38	0.30	0.24	0.21	0.18	0.16	0.14
WNW	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.26	0.40	0.53	0.63	0.62	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.17	0.24	0.35	0.47	0.55	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
	H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.25	0.36	0.46	0.53	0.52	0.38	0.30	0.24	0.20	0.18	0.16
NW	L	0.11	0.09	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.19	0.23	0.33	0.47	0.59	0.60	0.42	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14
	M	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.15	0.16	0.17	0.18	0.21	0.30	0.42	0.51	0.54	0.39	0.32	0.26	0.22	0.19	0.16
	H	0.14	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0.19	0.22	0.30	0.41	0.50	0.51	0.36	0.29	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13
NNW	L	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05	0.07	0.11	0.14	0.18	0.22	0.25	0.27	0.29	0.30	0.33	0.44	0.57	0.62	0.44	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14
	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.10	0.12	0.15	0.18	0.21	0.23	0.26	0.27	0.28	0.31	0.39	0.51	0.56	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
	H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.12	0.15	0.17	0.20	0.23	0.25	0.26	0.28	0.28	0.31	0.38	0.49	0.55	0.36	0.30	0.25	0.21	0.18	0.16
HOR.	L	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.07	0.14	0.24	0.36	0.48	0.58	0.66	0.72	0.74	0.73	0.67	0.59	0.47	0.37	0.29	0.24	0.19	0.16	0.13
	M	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.11	0.16	0.24	0.33	0.43	0.52	0.59	0.64	0.67	0.66	0.62	0.54	0.47	0.38	0.32	0.28	0.24	0.21	0.18
	H	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.15	0.20	0.28	0.36	0.45	0.52	0.59	0.63	0.64	0.62	0.58	0.51	0.47	0.35	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19

n. Table Rates of Heat Gain from Occupant of Condition Spaces

Table 4.5 Rates of Heat Gain from Occupants of Conditioned Spaces^a

Degree of Activity	Typical Application	ADULT MALE		ADJUSTED GROUP ^b		ADJUSTED GROUP ^b		ADJUSTED GROUP ^b	
		%/person Watts	%/person Btu/h	%/person Watts	%/person Btu/h	%/person Watts	%/person Btu/h	%/person Watts	%/person Btu/h
Seated at rest	Theater, movie	115	400	100	350	60	210	40	140
Seated, very light work writing	Offices, hotels, apts	140	480	120	420	65	230	55	190
Seated, eating	Restaurant ^c	150	520	170	580 ^c	75	255	95	325
Seated, light work, typing	Offices, hotels, apts	185	640	150	510	75	255	75	255
Standing, light work or walking slowly	Retail Store, bank	235	800	185	640	90	315	95	325
Light bench work	Factory	255	880	230	780	100	345	130	435
Walking, 3 mph, light machine work	Factory	305	1040	305	1040	100	345	205	695
Bowling ^d	Bowling alley	350	1200	280	960	100	345	180	615
Moderate dancing	Dance hall	400	1360	375	1280	120	405	255	875
Heavy work, heavy machine work, lifting	Factory	470	1600	470	1600	165	565	300	1035
Heavy work, athletics	Gymnasium	585	2000	525	1800	185	635	340	1165

^aNote: Tabulated values are based on 78 F room dry-bulb temperature. For 80 F room dry-bulb, the total heat remains the same, but the sensible heat value should be decreased by approximately 8% and the latent heat values increased accordingly.

^bAdjusted total heat gain is based on normal percentage of men, women, and children for the application listed, with the postulate that the gain from an adult female is 85% of that for an adult male, and that the gain from a child is 75% of that for an adult male.

^cAdjusted total heat value for eating in a restaurant, includes 60 Btu/hr for food per individual (30 Btu sensible and 30 Btu latent).

^dFor bowling figure one person per alley actually bowling, and all others as sitting (400 Btu/hr) or standing and walking slowly (790 Btu/hr).

Also refer to Tables 4 and 5, Chapter 8, 1977 ASHRAE Handbook of Fundamentals.

o. Pressure Difference Due to Stack Effect

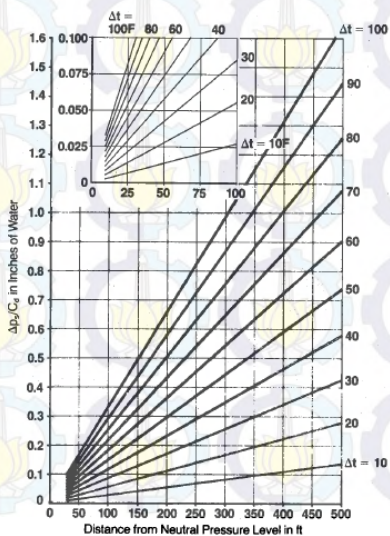
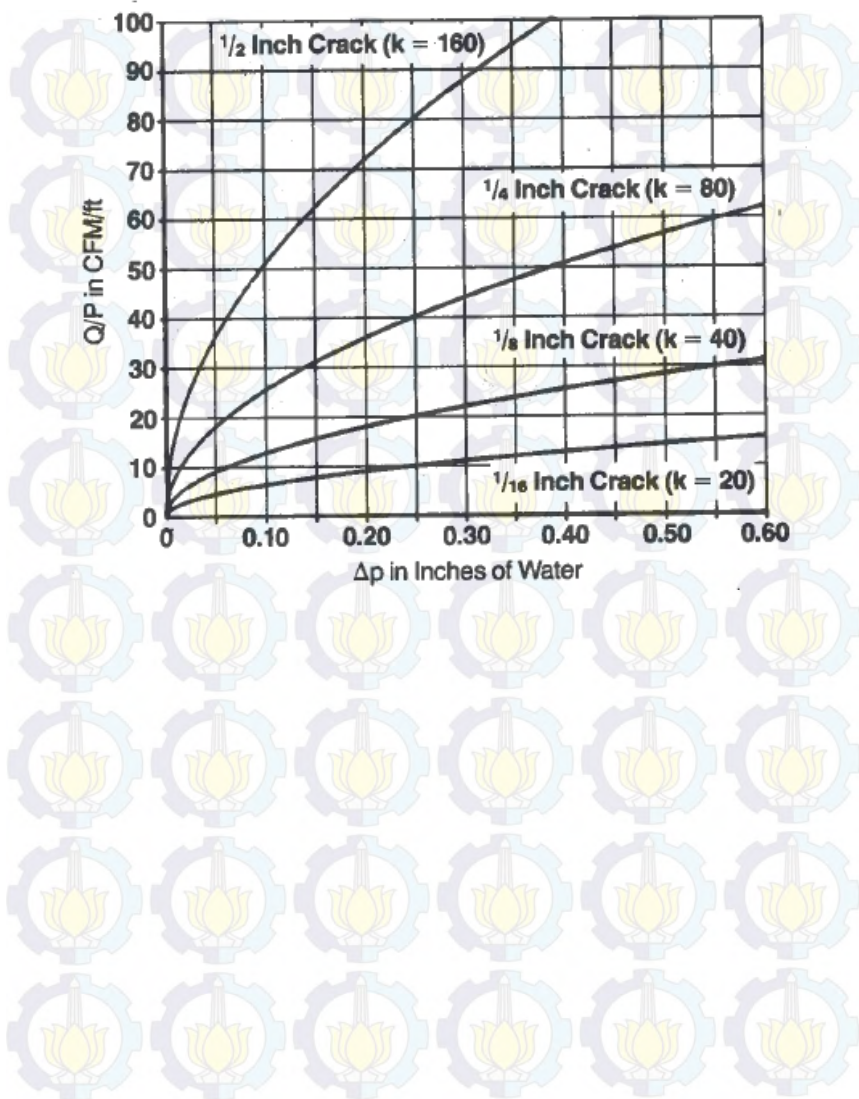


Fig. 5.1 Pressure Difference Due to Stack Effect

p. Infiltration Trough Closed Swinging Door Crack



BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Sholeh Yuatmoko, lahir di Sukoharjo pada tanggal 16 Februari 1993. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan suami Istri Joko Setiyono dan Muji Rahayu. Penulis menjalani pendidikan dimulai dari TK Dharmawanita Pojok I, SD Negeri Pojok 2, SMP Negeri I Tawang Sari dan SMA di SMA Negeri I Sukoharjo. Setelah lulus dari SMA, penulis melanjutkan belajar untuk tahap sarjana di Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh

Nopember Surabaya.

Saat kuliah di Jurusan Teknik Mesin ITS penulis memilih untuk menekuni bidang konversi energi. Selain kuliah penulis juga aktif dalam lembaga dakwah jurusan Ash-Shaff. Pada tahun 2012 penulis menjadi staff Departemen Keilmiah. Kemudian pada tahun 2013 penulis diamanahi untuk menjadi Ketua Umum lembaga dakwah jurusan Ash-Shaff. Selain mengikuti organisasi di lingkungan kampus, penulis juga ikut dalam ikatan keluarga mahasiswa Sukoharjo di Surabaya atau Ikemas Surabaya.